

LAB-ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutus Lappeenranta
Konetekniikan insinööri
Kone- ja tuotesuunnittelu

Joona Jokela

Digitaalisten työkalujen hyödyntäminen sei- sokeissa ja niiden seurannassa

Opinnäytetyö 2020

Tiivistelmä

Joona Jokela

Digitaalisten työkalujen hyödyntäminen seisokeissa ja niiden seurannassa, 52 sivua

LAB-ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus Lappeenranta

Konetekniikan insinööri

Kone- ja tuotesuunnittelu

Opinnäytetyö 2020

Ohjaajat: Lehtori Jouni Könönen, LAB-ammattikorkeakoulu, Seisokkipäällikkö

Markus Varis, UPM Lappeenranta Biorefinery

Opinnäytetyön tavoitteena oli oppia ymmärtämään digitalisaation ja sen tuomien työkalujen käyttötarkoitus seisokkien suunnittelussa, toteutuksessa ja seurannassa. Lisäksi tavoitteena oli tuottaa lisäarvoa ja kehitysideoita UPM Lappeenrannan biojalostamon seisokkien läpiviemiseksi paremmin sekä etsiä kohdeyrityksen tarpeisiin sopivia työkaluja joko olemassa olevista tai kaupallisista sovelluksista.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa avattiin tarkasti seisokkien eri vaiheet teollisuudessa ja digitalisaatio sekä sen tuomat hyödyt teollisuuteen. Lisäksi avattiin teollisuudessa käytettyjen toiminnanohjausjärjestelmien toimintaa ja älykkäiden toiminnanohjausjärjestelmien mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Tämän jälkeen tutkittiin kohdeyrityksessä käytettävien eri järjestelmien toimintaa ja sitä, miten nämä järjestelmät tukevat seisokkien läpivientiä kohdeyrityksessä suunnitteluvaiheesta seisokin päättämiseen. Teoriaosuuden apuna käytettiin tiedekirjaston, tieteellisten julkaisujen ja standardien tarjoamaa materiaalia.

Työn lopussa tutkittiin kohdeyrityksen seisokkien digitalisointia jo olemassa olevien järjestelmien ja kaupallisten tarjoajien sovelluksien avulla ja avattiin tutkittujen sovellusten toiminta koko seisokin suunnitteluvaiheet huomioiden. Kaupallisten tarjoajien sovelluksia tutkittiin saatujen materiaalien, palaverien, tuote-esittelyjen ja internetsivustojen pohjalta.

Työn tuloksena esitettiin kohdeyritykselle käyttöönotettavaksi yksi vertailusta sovelluksista. Vertailu tehtiin sovellusten välillä hinnan, perusominaisuuksien, kohdeyrityksen tarpeiden, saatujen tietojen, tuote-esittelyjen ja kohdeyrityksen henkilöstön kanssa käytyjen palaverien sekä keskustelujen perusteella. Tärkeimpänä vertailuna pidettiin yhdessä kohdeyrityksen käyttö- ja kunnossapito sekä seisokkihenkilöstön kanssa suunniteltuja tarpeita, joita vertailussa painotettiin eriarvoisiksi. Esitetylle käyttöönotettavalle sovellukselle luotiin aikajana, minkä perusteella suunniteltiin käyttöönotto yrityksessä tarkemmin.

Asiasanat: seisokkien hallinta, digitaaliset työkalut, digitalisaatio teollisuudessa

Abstract

Joona Jokela

Utilization of digital tools in turnarounds and their management, 52 pages

LAB University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Bachelor's Degree Programme in Mechanical Engineering

Product and machine design

Bachelor's Thesis 2020

Instructors: Mr Jouni Könönen, Lecturer, LAB University of Applied Sciences.

Mr Markus Varis, Turnaround Manager, UPM Lappeenranta Biorefinery.

The purpose of this thesis was to learn and understand digitalization and what the tools it brings along with it can improve in turnarounds. In addition, the purpose was to development ideas to better manage the turnaround process of UPM Lappeenranta's biorefinery and to look for suitable tools for the target company's needs in either existing or commercial applications.

In the theoretical part of the thesis turnaround process and digitalization and all the phases which it includes for them were studied. As well all what those digital tools and digitalization can improve to them were studied also. In addition, the operation of ERP systems used in industry and the possibilities of intelligent ERP systems in the future were opened. After that followed by an examination of the operation of the various systems used in the target company and how these systems support the turnaround process. The theoretical part was supported by material provided by the science library, scientific publications, and standards.

In the end of the thesis the digitalization of the target company turnaround was studied using existing systems and those three different applications from commercial providers. All functions from those systems were reviewed and compared to target company needs. Applications from commercial providers were researched based on the materials received, meetings, product demonstrations, and websites.

As a result of the thesis one of the compared commercial applications was presented to target company for implementation. The comparison between applications was made based on price, basic features, needs of the target company, information received, product presentations and meetings and discussions with the staff of the target company. After that a timeline was created for the implementation of the presented application in the target company.

Keywords: turnaround management, digital tools, digitalization in industry

Sisällys

1	Johdanto	5
2	UPM Biopolttoaineet	6
3	Seisokit teollisuudessa	9
4	Seisokkien hallinta teollisuudessa	10
4.1	Vaihe 1. Töiden määrittely	11
4.2	Vaihe 2. Esisuunnittelu	12
4.3	Vaihe 3. Suunnittelu- ja valmistelu	13
4.4	Vaihe 4. Laitoksen alasajo	14
4.5	Vaihe 5. Toteutus.....	15
4.6	Vaihe 6. Laitoksen käynnistäminen	15
4.7	Vaihe 7. Seisokin raportointi ja dokumentointi	17
5	Digitalisaatio teollisuudessa.....	18
5.1	Digitalisaatiolla saavutettavat hyödyt	20
5.2	Digitalisaatio seisokeissa	21
6	Toiminnanohjausjärjestelmät	25
7	Järjestelmät Lappeenrannan biojalostamolla.....	27
7.1	Microsoft Dynamics AX 2012 R3	27
7.2	M-Files – älykäs tiedonhallinta.....	27
7.3	Valmet DNA automation system	28
8	Lappeenrannan biojalostamon seisokkien digitalisointi	29
9	Kaupalliset ratkaisut seisokkien digitalisaatioon	32
9.1	Prometheus Group Roser Suite	32
9.2	Cleopatra Enterprise Total Turnaround Management.....	35
9.3	IAMTech iPlanSTO	39
10	Johtopäätökset järjestelmistä.....	43
11	Pohdinta.....	48
	Lähteet.....	50

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään UPM-Kymmene Oyj:n UPM Lappeenrannan biojalostamolle. Lappeenrannan biojalostamolla on tarve kehittää omaa toimintaansa huoltopysäytysten eli seisokkien digitalisoimisessa, minkä avulla voidaan tuottaa parempaa dataa seisokkien suunnittelusta, seurannasta, etenemästä ja valmiusasteesta sekä niihin kuuluvista erilaisista vaiheista.

UPM Lappeenrannan biojalostamolla on halu parantaa seisokkienhallintaa, jonka avulla saadaan laitokselle lisää tuotantopäiviä ja vähemmän seisontapäiviä. Digitaalisten työkalujen avulla saadaan seisokkien läpivientiä hallitummaksi sekä tehokkaammaksi jokaisessa vaiheessa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on oppia ja ymmärtää digitalisaation ja sen tuomien työkalujen käyttötarkoitus. Työkalujen käytön tuomat hyödyt seisokkien suunnittelussa, toteutuksessa ja seurannassa. Lisäksi tavoitteena on tuottaa lisäarvoa ja kehitysideoita UPM Lappeenrannan biojalostamon seisokkien läpivienteihin hallinnan sekä seurannan kannalta ja etsiä kohdeyrityksen tarpeisiin sopivia työkaluja joko jo käytettävissä olevista järjestelmistä tai mahdollisilta kaupallisilta tarjoajilta.

Työssä tarkastellaan tutkittujen digitaalisten työkalujen eroja ja vertaillaan ominaisuuksia kohdeyrityksen tarpeisiin sekä vaatimuksiin. Näiden tietojen pohjalta luodaan vuosille 2020–2024 aikajana, jonka avulla kuvataan digitaalisten työkalujen käyttöönottoa.

Digitaalisten työkalujen hyödyntäminen seisokeissa ja niiden seurannassa valikoitui opinnäytetyön aiheeksi, koska seisokkien kehitys on tärkeää kohdeyritykselle.

2 UPM Biopolttoaineet

UPM Biopolttoaineet kuuluu yhteen kuudesta UPM-Kymmene Oyj:n liiketoiminta-alueesta. Biopolttoaineet valmistavat polttoaineita, jotka vähentävät kasvihuonekaasu- ja lähipäästöjä merkittävästi, jos verrataan fossiilisiin polttoaineisiin. Suurimmat asiakkaat biopolttoaineilla ovat öljyn jalostajat ja hankintayhtiöt, polttoainejakelijat ja vähittäiskauppa, liikenne sekä petrokemianteollisuus. (UPM Biofuels 2020a.)

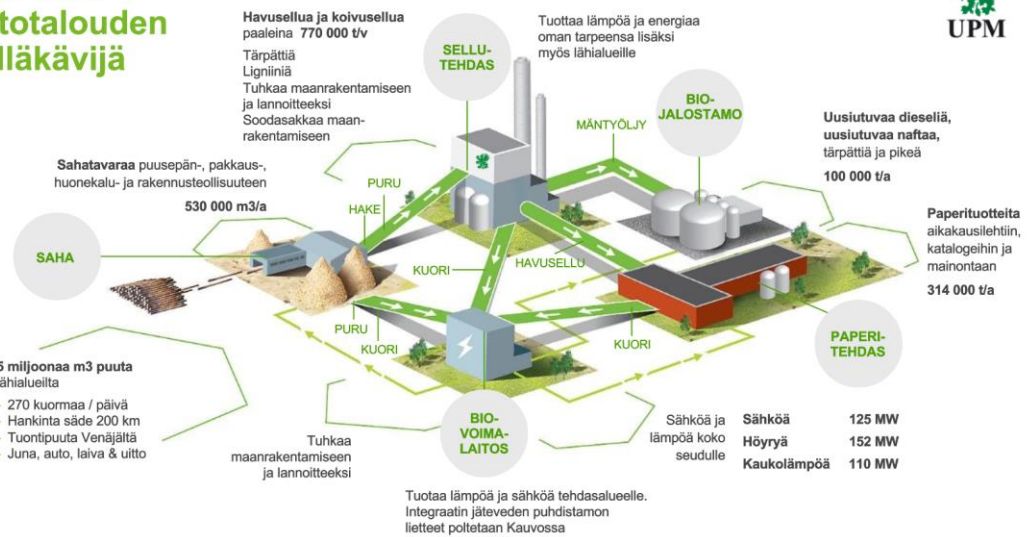
UPM Lappeenrannan biojalostamo on maailman ensimmäinen kaupallisen mittakaavan biojalostamo, joka tarjoaa asiakkailleen puupohjaista uusiutuvaa dieseliä, naftaa, tärpättiä ja pikeä (Kuva 1), ja niiden raaka-aineena käytetään selluntuotannon tähteenä syntyvää raakamäntyöljyä. (UPM Biofuels 2020b.)



Kuva 1. Lappeenrannan biojalostamon tuotteita (UPM Biofuels 2020b)

Raakamäntyöljyä syntyy sellunkeittoprosessin tähteenä ja UPM Biopolttoaineiden yhtenä strategiana toimii resurssitehokkuus ja UPM:n pyrkimyksenä on hyödyntää omien prosessiensa tähteenä syntyvät aineet sekä jakeet mahdollisimman tehokkaasti. Tässä UPM Kaukaan tehtaiden integraatti toimiikin ansiokkaasti kiertotalouden edelläkävijänä (Kuva 2). (UPM Biofuels 2020b.)

Kaukas on kiertotalouden edelläkävijä

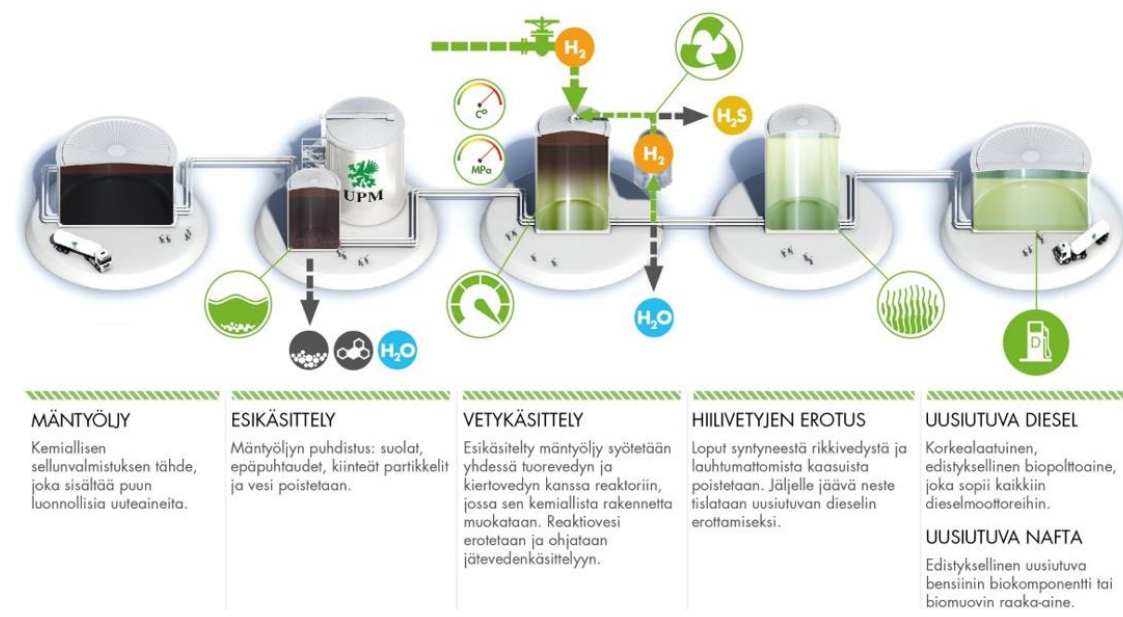


Kuva 2. Kaukaan integraatin kiertotalous (UPM Biofuels 2020b)

Lappeenrannan jalostamon tarina alkoi 2012, kun UPM teki investointipäätöksen Lappeenrannan jalostamoon. Kaupallinen tuotanto alkoi tammikuussa 2015 ja jalostamo on siitä alkaen auttanut vastaamaan EU:n kasvavaan biopolttoaineiden kysyntään, jonka odotetaan kasvavan merkittävän paljon vuoteen 2030 mennessä. Lappeenrannan biojalostamo tuottaa vuodessa 130 000 tonnia biopolttoaineita. (UPM Biofuels 2020b.)

Dieselin ja naftan tuotantoprosessi (Kuva 3) UPM:llä on patentoitu, ja se on saanut alkunsa UPM Lappeenrannan tutkimuskeskuksessa, yhteistyössä Haldor-Topsoen kanssa. Prosessin eri vaiheita ovat esikäsitteily, vetykäsitteily ja tislauk. Esikäsitteilyssä puhdistetaan jalostamolle saapunut raakamäntyöljy (CTO). Puhdistuksessa poistetaan epäpuhtaudet, suolat ja kiinteät partikkelit sekä vesi. Esikäsitteilyssä puhdistettu mäntyöljy syötetään yhdessä tuorevedyn ja kiertovedyn kanssa jalostamon vetykäsitteily osaan, jossa syötteen kemiallinen rakenne muokataan. Reaktiossa syntynyt vesi poistetaan ja ohjataan jätevedenkäsittelyyn. Seuraavaksi syötteestä poistetaan reaktiossa syntyneet rikkivedyt ja lauhtumatomat kaasut. Kun kaikki nämä vaiheet ovat tehty, niin jäljelle jäävä neste vietään jalostamon tislaukosaan, jossa nesteestä erotellaan eri hiilivetyjakeet. Näin syntyy uusiutuvaa dieseliä, joka sopii erittäin hyvin kaikkiin nykyaikaisiin dieselmootoreihin. Samasta reaktiosta saatavaa naftaa käytetään bensiinien biokomponenttina tai biomuovin raaka-aineena. (UPM Biofuels 2020b.)

Uusiutuvan dieselin ja naftan tuotantoprosessi



Kuva 3. Uusiutuvan dieselin ja naftan tuotantoprosessi (UPM Biofuels 2020b)

3 Seisokit teollisuudessa

Nykyaikana parhaiten menestyvät tuotantolaitokset maailmalla ovat muuttaneet ajattelumallinsa vanhasta reaktiivisesta ajattelutavasta proaktiiviseen ajattelutapaan. Ennen keskityttiin korjaamaan jo syntyneitä ongelmia niiden ilmetessä reaktiivisen tavan mukaisesti, mutta nykyaikaiset menestyvät tuotantolaitokset suunnittelevat jatkuvasti proaktiivisen tavan mukaisesti tulevaisuutta ja miten pystytään ennakoivasti eliminoimaan mahdolliset viat ennen kuin ne edes tulevat esille. (Dudley 2014.)

Seisokilla teollisuudessa tarkoitetaan tuotantolaitoksen tilaa, jossa kohde ei kykene suorittamaan sille vaadittua toimintoa käytön tai kunnossapidon toimenpiteiden vuoksi. Seisokit pyritään aina pitämään ennalta suunniteltuina, jotta työt voidaan normaalin käytön aikana suunnitella mahdollisimman hyvin. Laitoksen käytön aikana selvitetään, suoritetaanko työ tuotannon ollessa käynnissä vai onko kyseessä seisokkityö. Jos työnsuunnittelun vaiheessa todetaan työ seisokkia vaativaksi työksi, niin se siirretään ennalta luotuun työlistaan, jossa olevat työt vaativat laitoksen pysäytyksen toteutuakseen. (PSK 6201, 21.)

Suunniteltu seisokki

Suunniteltu seisokki on ennalta suunniteltu laitoksen hallittu alasajo, johon on valmistauduttu riittävän ajoissa siten, että kaikki työnsuunnittelun vaiheessa seisokkityöksi luokitellut työt voidaan suorittaa suunnitellussa ajassa. (PSK 6201, 21.)

Häiriöseisokki

Häiriöseisokki on laitoksen kokonaan pysäyttävä häiriö tai jonkin laitteen häiriö, joka pakottaa laitoksen pysäytettäväksi kokonaan tuotannon pysähtyessä. Häiriöseisokkien aikana voidaan toteuttaa niitä toimenpiteitä sekä töitä, joihin on riittävät resurssit ja materiaalit saatavilla nopealla aikataululla, sekä niitä töitä, joita työnsuunnittelussa on siirretty käytön aikana seisokkien työlistaan. (PSK 6201, 21.)

Seisokkien tarkoitus

Huoltoseisokkien tarkoitus teollisuudessa on optimoida laitoksen käytettävyys, koska liiketoiminnallisesti on kannattavampaa pitää seisokit suunnitellusti siten, että koko tuotantolaitos kaikilta osiltaan ajetaan alas kerralla ja tehdään tarvittavat huolto-, korjaus- ja tarkastustoimenpiteet samalla kertaa.

4 Seisokkien hallinta teollisuudessa

Seisokkien hallinta on erittäin tärkeää yrityksen liiketoiminnan kannalta. Nykyaikaiset prosessit sekä laitteet ovat erittäin monimutkaisia ja niiden huoltamisesta sekä kunnossapidettävyydestä tulee koko ajan haastavampaa. Tämän takia niiden, jotka kykenevät vastaamaan kasvavaan maailman tarpeeseen nostamalla laitoksen tuotettavuutta, on myös pystyttävä hallitsemaan seisokkien läpivienti aloituksesta lopetukseen ilman virheitä mahdollisimman tehokkaasti. (Lenahan 2006, 3.)

Kapasiteetin ylläpitoon tai nostoon liittyy seisokeissa laaja määrä erilaisia toimenpiteitä ja töitä, jotka voidaan toteuttaa ainoastaan, kun koko laitos tai kyseinen osa laitoksesta on ajettu alas sekä tehty turvalliseksi prosessin puolesta töiden suorittamista varten. (Lenahan 2006, 3.) Tästä syystä on erittäin tärkeää, että laitoksen tuotannonpysäytys ja sen aikana tehdyt huolto-, korjaus- ja tarkastustoimenpiteet ovat suunniteltu ja hallittu mahdollisimman hyvin, jotta seisontapäivät voidaan minimoida. (Sahoo 2017, 26.)

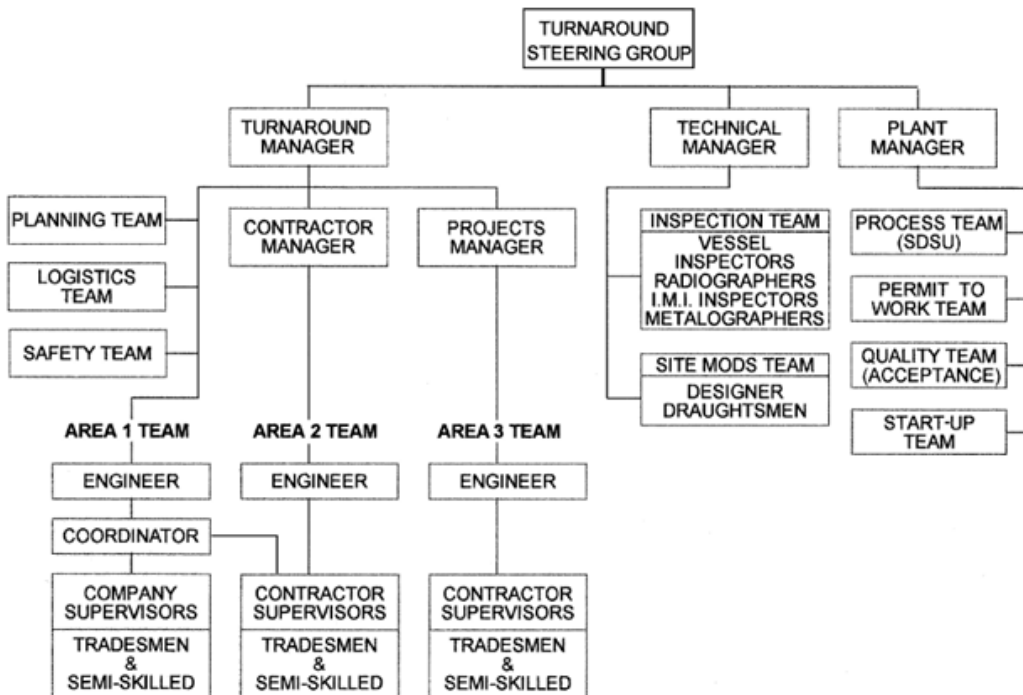
Teollisuudessa pyritään aina maksimoimaan laitoksen tuotantopäivät, joten laitoksien seisokit pyritään pitämään mahdollisimman tehokkaina ja lyhyinä. Seisokkien hallinta onkin noussut erittäin tärkeäksi viime vuosikymmenen aikana ja seisokit pyritään suunnittelemaan sekä läpiviemään mahdollisimman tehokkaasti. Tällä pyritään välttämään kalliit seisontapäivät sekä laitoksen ylös- sekä alasajosta johtuvat riskit turvallisuudelle, luotettavuudelle, liiketoiminnalle sekä ympäristölle. (Lenahan 2006, 3.)

4.1 Vaihe 1. Töiden määrittely

Töiden määrittely eli scoping-vaiheessa aloitetaan seisokin alustava suunnittelu. Määrittelyvaihe aloitetaan yleensä noin 24 kuukautta ennen seisokin toteutusta.

Onnistuneet seisokit vaativat toteutuakseen sen, että tehtävien töiden lista on hyvin määritetty, organisoitu, johdettu ja lukittu ajoissa sekä suunnittelun taso koko seisokin läpiviennin ajan on korkealla tasolla. (Sahoo 2017, 23.)

Määrittelyvaihe alkaa yleisesti määrittelemällä seisokille oma organisaatio (Kuva 4) ja pääällikkö, jotka vastaavat yhdessä seisokin kaikkien vaiheiden laadukkaasta läpiviennistä. Seisokin ohjausryhmä aloittaa määrittelyvaiheessa datan keräämisen edellisistä seisokeista, minkä pohjalta luodaan tulevalle seisokille alustava budjetti, aikataulu sekä kriittiset työt. Alustava aikataulu sovitetaan yhdessä yrityksen liiketoiminnasta vastaavan toimintoketjun kanssa sopivaksi, jolloin koko laitoksen alasajo on mahdollinen tulevia huolto-, korjaus- sekä tarkastustöitä varten. Lisäksi ryhmän tehtävänä on määrittää kriittisten huollettavien tai vaihdettavien laitteiden saatavuus markkinoilta sekä tarkastusta vaativille paine- tai turvalaitteille tarkastus- sekä koeistuslaajuus. (Lenahan 2006, 22–28.)



Kuva 4. Esimerkki seisokkiorganisaatiosta (Lenahan 2006, 109)

Lisäksi vaiheessa määritetään suurimpien tehtävien töiden laajuus kymmenen prosenttiyksikön tarkkuudella ja varaudutaan suunnitelmissa myös seisokeissa esiintyviin yllättäviin töihin sekä verrataan tehtäviä töitä nykyiseen laitoksen suorituskykyyn ja pyritään toteuttamaan sovittua strategiaa tuotantoon tekemällä siihen vaikuttavia töitä sekä parannuksia. (Sahoo 2017, 17–22.)

Määrittelyvaihetta voidaan kuvata näillä asioilla:

- aikaisempien seisokkien tietojen läpikäynti
- seisokin tavoitteiden ja töiden linjaus
- toimintamallien määrittäminen yhteiseksi
- kustannusten optimointi
- tavoite kirkaana mielessä ajattelutapa koko prosessin ajan
- tarkastusviranomaisten informoiminen
- seisokin suorituskyvyn sekä aikataulun etenemän seuraaminen
- riskien tunnistaminen (Brown 2004, 3–24).

4.2 Vaihe 2. Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaihe aloitetaan yleisesti 15–18 kuukautta ennen seisokin toteutusta, aloitus riippuu seisokin sekä laitoksen koosta. (Lenahan 2006, 28.)

Esisuunnitteluvaihe on seisokin vaiheista yleensä kaikkein työläin. Seisokin esisuunnittelun aloittavat omalta osaltaan yrityksen projekti-, kunnossapito-, käyttö-, laatu- ja terveys sekä turvallisuus- ja ympäristöorganisaatiot. Kullakin organisaatiolla on omat tavoitteet seisokissa tehtävien töiden suhteen ja tästä syystä on tärkeää, että seisokin ohjausryhmällä on selkeä suunnitelma, jotta kaikki työt otetaan huomioon toteutusvaiheen aikataulussa. (Sahoo 2017, 30.)

Seisokin ohjausryhmä työskentelee pitkän ajan tarkentaakseen asioita niin aikataulun, resurssien ja kustannuksien suhteen toteuttaakseen onnistuneen laitoksen seisokin. Mitä isompi seisokki on, niin sitä enemmän se vaatii toteutuakseen suunnittelua. Esisuunnitteluvaiheessa selvitetään ulkopuolisten resurssien tarpeet, jonka pohjalta käynnistetään resurssien kyselyt. Lisäksi tässä vaiheessa katselmoidaan tai tehdään työpaketit kriittisille töille sekä tarkastuksille ja tehdään

niihin tarvittavat päivitykset sekä työohjeet. Työpaketteihin kuuluvat työtilaus, laitteen toimintamalli, laitteen spesifikaatiolistaus, tarvittavat välineet ja menetelmät, tarvittavat varaosat, mittapiirustukset laitteesta, laitteen tarkastuslistat, työluvat ja ohjeet sekä laitteen turvallistamisdokumentaatiot. (Brown 2004, 29–58.)

Esisuunnitteluvaiheessa aloitetaan tarjouskyselyt erityisesti kriittisten ja pitkän toimitusajan varaosiin sekä laitteisiin. Lisäksi esisuunnitteluvaiheen lopussa pyritään valitsemaan ulkopuolisista urakoitsijoista päätoimijat ja tehdään heidän kanssaan sopimukset. Ulkopuoliset urakoitsijat aloittavat myös oman suunnitteluprosessinsa työpakettien pohjalta. (Brown 2004, 58–72.)

4.3 Vaihe 3. Suunnittelu- ja valmistelu

Suunnittelu- ja valmisteluvaihe aloitetaan yleisesti 5–10 kuukautta ennen seisokin toteutusta. Tämä vaihe seisokin toteutuksesta voi olla onnistumisen tai epäonnistumisen määrittävä vaihe, jos kaikkia vaiheen asioita ei osata ottaa huomioon. Suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa pidetään koko ajan mielessä seuraavat kysymykset:

- Onko kaikki työlistoilla olevat työt suoritettavissa määrätyn ajan puitteissa?
- Mitkä työt ovat kriittisen polun töitä, jotta seisokki toteutuu aikataulussa?
- Onko varattu riittävästi työvoimaa, aikaa ja rahaa seisokin toteutukseen?

(Kister, Hawkins 2006, 220.)

Suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa päätetään virallinen laitoksen alasajon ajanjakso sekä pituus. Määritetään isoille töille kriittisen polun eli CPM-metodin (Critical Path Method) mukaan töiden tarvitsema tarkka, päivä- sekä työvaihekohtainen aikataulu, jota voidaan seurata ja monitoroida seisokin edetessä. Yksinkertaisimmillaan kriittisen polun määrittämisvaiheessa luodaan niitä vaativille töille nuolidiagrammi, jossa on työt ja niiden vaiheet avattu vaiheittain, jotta vaiheiden seuraaminen on helppoa. Lisäksi kokonaisaikataulu analysoidaan päällekkäisyyksien välttämiseksi, analysointi tehdään katselmoimalla jo tehdyt työpaketit yhdessä aikataulun sekä kriittisen polun töiden kanssa. (Brown 2004, 73–80.)

Määritetään yhdessä tarkastuslaitoksen viranomaisten kanssa vaadittujen tarkastusten ja koeistuksien ajankohdat sekä toimintamallit. Lisäksi tässä vaiheessa

aloitetaan sisäiset ja ulkoiset koulutukset seisokin henkilöstölle. Vaiheen aikana jaetaan myös materiaalit tarvittavista koulutuksista ja määräyksistä. Päätetään mitkä työkalut projektin läpivientiä ja hallintaa varten otetaan käyttöön ja noudatetaan yhdessä sovittuja toimintatapoja. Lisäksi sovitaan yrityksen sisällä mitä kommunikointijärjestelmiä seisokin aikana käytetään niin urakoitsijoiden kuin omienkin henkilöiden kanssa. Aloitetaan työmaa järjestelyiden ja infran rakentaminen, jos seisokki vaatii sitä. Määritetään ja lukitaan seisokin virallinen budjetti yhdessä yrityksen liiketoiminnasta vastaavien kanssa. (Kister ym. 2006, 222.)

4.4 Vaihe 4. Laitoksen alasajo

Laitoksen alasajovaiheen toteutus ja monitorointi alkaa 1–2 kuukautta ennen oikeaa laitoksen alasajoa. Vaiheen aikana monitoroidaan laitoksen käyntiä tarkemmin lämpötilojen, painehäviöiden, laitteistojen likaantumisten, kolonnien toiminnan, uunin kunnon ynnä muiden laitokselle tärkeiden laitteiden ja komponenttien seuraamisella. Vaiheessa seurataan laitoksen kuntoa tarkemmin, jotta voidaan arvioida lisää tarpeellisten tarkastus- ja korjaustoimenpiteiden laajuutta sekä saadaa tärkeää dataa laitoksen tulevalle käynnissä olo ajanjaksolle. Lisäksi alasajo vaiheessa seurataan ja operoidaan laitosta tarkasti, jotta vähennetään yllättävien vikojen syntymistä esimerkiksi painehäviöiden ja lämpötilamuutosten takia. (Sahoo 2017, 112.)

Laitoksen alasajovaiheen aikana käydään prosessialueittain vielä kaikki seisokkiin liittyvät työt kunkin alueen vastaavan valvojan kanssa läpi. Alueiden valvojille jaetaan seisokin toteutuksesta opas ja he käyvät oppaan sekä työt oman alueen organisaation kanssa läpi ennen toteutusta. Oppaat tehdään prosessialueittain sekä myös yksi yleinen koko seisokin kulusta. Oppaat pitävät sisällään vähintään seuraavat asiat:

- organisaatiokaavion seisokin osalta
- katsauksen seisokin päätöistä esimerkiksi layout muodossa
- seisokin toteutusaikataulun sisältäen alasajon sekä käynnistyksen aikataulun
- alueiden ja töiden vastuuhenkilöiden nimet sekä yhteystiedot

- yksityiskohtaiset tiedot lupakäytännöistä, turvallisuudesta, infrasta ja vaatimuksista työskentelylle
- odotukset toteutusvaiheen töille sekä tiimeille
- tiedot seisokin seurannasta, raportoinnista ja palaverikäytännöistä (Sahoo 2017, 103–105).

4.5 Vaihe 5. Toteutus

Toteutusvaihe on se vaihe seisokista tai projektista, jossa näkyy kaikki edellisten vaiheiden ponnistelut hyvällä tai huonolla tavalla, mutta se ei tarkoita, että toteutusvaiheessa seisokin ohjausryhmä pystyisi vain katsomaan taustalta töiden etenemistä. Toteutusvaiheen tärkeimpiä asioita ovat töiden sekä aikataulujen tarkka seuraaminen, ohjaus, raportointi ja päivitys. (Brown 2004, 105.)

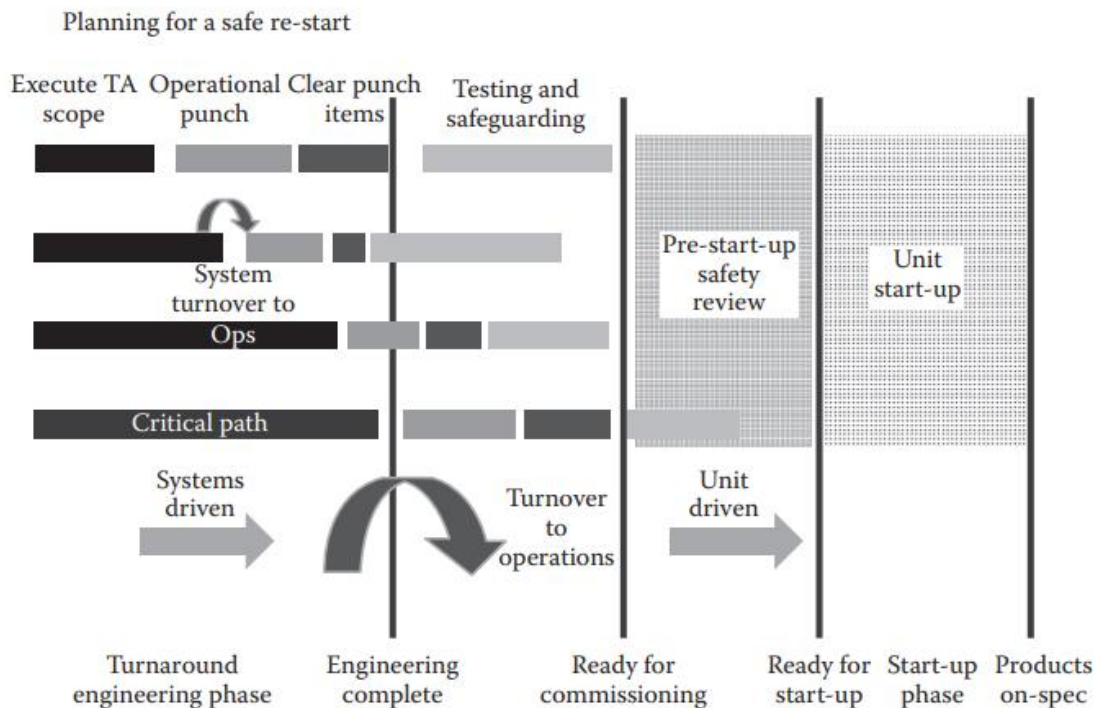
Toteutusvaiheessa seisokkipäällikkö ja ohjausryhmä pitävät huolen, että päivittäin pidetään seisokin seurantalpalaveri, johon osallistuvat turvallisuusryhmä, työnjohtajat alueittain, projektipäälliköt, laitoksen päälliköt, insinöörit, kunnossapitopäällikkö, laadusta vastaava taho sekä itse seisokkipäällikkö. Palaverissa käydään läpi raportit kaikilta palaveriin osallistuvilta. Seisokkipäällikkö vastaa yleensä myös yövuorojen raportoinnista palaverissa, jonka takia joka aamu yövuorojen valvojat raportoivat seisokkipäällikölle työmaiden tilanteen ja etenemän. Seurantalpalaverin tarkoituksena on seurata seisokin etenemää alueittain, turvallisuutta, kriittisen polun töitä, logistiikkaa, työlupia, töiden laatua ja kokonaisaika- taulua sekä budjettia. Seurantalpalaverin tulokset raportoidaan ja merkitään seisokin hallintaan sekä seurantaan käytettävään järjestelmään. (Lenahan 2006, s.168–182.)

4.6 Vaihe 6. Laitoksen käynnistäminen

Laitoksen käynnistysvaiheessa saadaan ensimmäiset havainnot seisokin onnistumisesta tehtyjen huolto- ja tarkastustöiden sekä uusien asennettujen laitteiden osalta. Käynnistysvaiheessa nähdään lunastaako uudet laitteet sekä tehdyt toimenpiteet määritetyt vaatimukset ja niille asetetut tavoitteet tuotannon osalta. Onnistuminen seisokin toteutuksessa mitataan esiintyvien ongelmien lukumäärällä käynnistyksessä.

Kuvassa 5 on esitetty systemaattinen polku turvalliseen laitoksen käynnistämiseen. Laitoksen käynnistäminen voidaan karkeasti jakaa kuuteen eri vaiheeseen:

- Valmistele ja suorita laitteille kaikki mekaaniset testit käyttöönottoa varten.
- Puhdista laitteet ja suorita niille vuototestit käyttöönottoa varten.
- Tarkista ja valmistele kaikki tärkeät laitteet, instrumentaatiot ja turvalaitteet käyttöönottoa varten.
- Varmista laitoksen käyttöönotto valmius operoinnin suhteen.
- Valmistele ja suorita laitoksen raaka-aineiden täyttö ja käynnistys.
- Suorita laitokselle suorituskykytesti käynnistytyn jälkeen ja hyväksy laitokselle tehdyt toimenpiteet. (Sahoo 2017, 195–198.)



Kuva 5. Laitoksen turvallinen käynnistys (Sahoo 2017, 197)

Laitoksen käynnistysvaiheessa seuraaviin kysymyksiin tulisi vastaus olla kyllä:

- Onko kaikki suunnitellut työt tehty?
- Onko kaikki suunnitellut työt tehty laitteen valmistajan ja tarkastusviranomaisen mukaan?
- Onko kaikki suunnitellut työt tarkastettu?
- Onko kaikki tärkeät testaukset prosessilaitteille tehty?

- Onko dokumentaatio ja ohjeet tehty uusille laitteille?
- Onko operaattoreiden ja muun henkilökunnan osaaminen varmistettu uusien laitteiden operointiin?
- Onko instrumentaatio testattu?
- Onko prosessin mittalaitteiden toiminta varmistettu?
- Onko sähköjärjestelmät testattu ja tarkastettu?
- Onko vaaditut painekokeet ja vuototestit tehty? Hyväksytyt?
- Onko putkistotyöt tehty asianmukaisesti? Laipat? Sokeointi poistettu?
- Onko varoventtiilit koeponnistettu ja dokumentoitu?
- Onko kaikki roskat ja jätteet poistettu alueelta?
- Onko käynnistyksen dokumentaatio ja ohjeet valmisteltu ja tarkastettu? (Sahoo 2017, 195–196.)

4.7 Vaihe 7. Seisokin raportointi ja dokumentointi

Yhden seisokin päättäminen on samalla seuraavan seisokin aloitus (Sahoo 2017, 219).

Seisokin raportointi ja dokumentointivaihe on tärkein seisokin vaiheista, jos ajatellaan tulevien seisokkien onnistumista. Projektin päätösvaiheessa, kun kaikki huolletut tai vaihdetut laitteet ja komponentit ovat testattu. Laitos on ajettu käyntiin ja tuotanto on hyvällä tasolla, on normaalia ajatella, että nyt on hyvä hetki hieman huilata. Tässä vaiheessa kuitenkin kerätään omilta niin kuin urakoitsijoidenkin työntekijöiltä dokumentit ja opit, joiden pohjalta voidaan kehittää ja parantaa tulevien seisokkien toteutusta, hallintaa sekä raportointia. (Kister ym. 2006, 223.)

Päivitetään seisokkien historiatietoja, dokumentteja ja kustannuksia seuraavia seisokkeja varten (Sahoo 2017, 219). Lisäksi pidetään seisokin ensimmäinen päätöstilaisuus mahdollisimman pian seisokin jälkeen, jossa keskustellaan seuraavista asioista:

- turvallisuus ja ympäristö
- urakoitsijoiden ja omien työntekijöiden onnistumiset sekä kehityskohteet
- aikataulun onnistuminen
- suunniteltujen töiden toteuma ja onnistuminen

- budjetti vs. toteutuneet kulut
- kehityskohteet (Brown 2004, 124–128.)

Päätösvaiheen lopussa tehdään loppuraportti seisokista ja sen toteutuksesta, joka pitää sisällään kaikki edellä mainitut asiat yhteenvetona. Raportti toimitetaan organisaation sekä urakoitsijoidenkin tietoon. (Sahoo 2017, 226–227.)

5 Digitalisaatio teollisuudessa

Digitalisaatiota teollisuudessa on alettu käsittelemään tieteellisissä artikkeleissa vasta viime vuosien aikana aktiivisesti. Tämä johtuu osaltaan digitalisaation nopeasta kehityksestä ja siitä, että digitalisaatio käsitteenä on niin moniulotteinen sekä laajasti käsitelty.

Teknisten muotisanojen joukossa digitalisaatio on monesti väärin ymmärretty tai käytetty sana. Digitalisaatio sekoittuu monesti sanoihin kuten digitalisointi, digitaalinen muutos, internet of things eli esineiden internet (IoT) ja teollinen vallankumous industry 4.0. (McEnery 2020.)

Digitalisaatiolla tarkoitetaan yritysmaailmassa ohjelmistoja ja niiden ratkaisuja, jotka hyödyntävät ohjelmistoihin tai taulukoihin syötettyä dataa ja niiden avulla pyritään parantamaan tai muuttamaan yrityksen eri prosesseja, työskentelytapoja sekä asiakaskokemuksia (McEnery 2020). Arkielämässä digitalisaatio tarkoittaa digitaalisen tietotekniikan yleistymistä sekä käyttöä monessa eri arkielämän perustoiminnossa. Toisin sanoen digitalisaatio terminä käsittää myös osaltaan kaikki edellä mainitut tekniset muotisanat ja niiden merkitykset.

Houkuttelevuutta digitalisaatioon lisäävät sen tuomat kustannussäästöt teollisuuden. Digitalisaation avulla voidaan yhdistää erilaisia digitaalisia työkaluja ja toiminnanohjausjärjestelmiä, jotka parhaimmillaan toimivat siten, että niitä voidaan käyttää joiltain osin myös eri yritysten ja toimialarajojen ylitse. Digitalisoituminen ja digitaalisten työkalujen hyödyntäminen ei ole pelkästään papereista luopumista, vaan sillä tarkoitetaan esimerkiksi automatisoituja järjestelmiä, joilla pystytään tuottamaan sama data tai palvelu kuin esimerkiksi yksinkertaisen Excelin täyttämällä. (Heikkinen 2020.)

Esimerkkinä tästä teollisuuden edelläkävijänä tunnettu maa Saksa on aloittanut vuonna 2013 projektin nimeltä Industrie 4.0, jonka tavoitteena on saada valmistavaan teollisuuteen isoja kehitysaskelleita digitalisaation saralla. Kuvassa 7 on esitetty industry 4.0:n, eli neljännen teollisen vallankumouksen periaate. Industry 4.0 teknologia hyödyntää kyberfysisiä järjestelmiä (CPS), joka tarkoittaa fyysisen ja virtuaalisen toimintaympäristön yhdistämistä, jossa laitteiden tai järjestelmien keräämää ja laskemaa informaatiota käytetään yhteistyössä monen eri järjestelmän kanssa. (Wang ym. 2016.)



Kuva 7. Industry 4.0 rakenne (i-SCOOP 2020a)

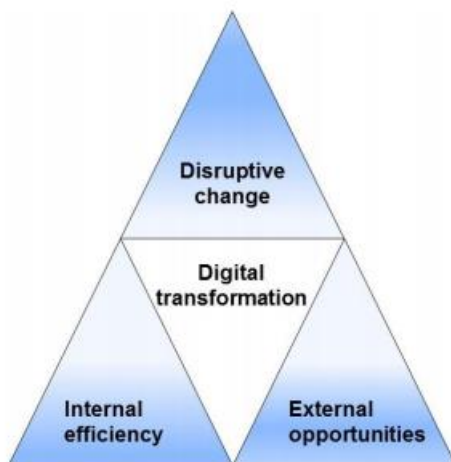
Neljäs teollinen vallankumous voi parhaimmillaan hyödyntää sekä yhdistää tuotannon ja kunnossapidon fyysiset toiminnot älykkääseen digitaalitekniikkaan, koneoppimiseen ja massadataan, joiden avulla yrityksen prosessien hallinnasta saadaan parempaa dataa nopeammin ja selkeämmin. Tämän tiedon avulla voidaan prosessien läpiviennistä tehdä entistäkin resurssi- sekä virtaustehokkaampaa. Neljännen teollisen vallankumouksen periaatteet soveltuvat parhaiten toimitusketjujen ja työnkulkujen hallintaan sekä optimointiin, ennakoivaan kunnossapitoon ja analytiikan hallintaan sekä yrityksen resurssien seurantaan ja optimointiin. (Epicor 2020.)

5.1 Digitalisaatiolla saavutettavat hyödyt

Isoimpina digitalisaation hyötyjinä ovat yritykset, jotka voivat hyödyntää omaa raakadataansa digitalisoimalla jonkin prosessin manuaalisesti tehtävät työvaiheet ja tuottamaan sen perusteella hyödyllistä dataa, jolla pystytään paremmin ymmärtämään prosessin suorituskykyä, kustannustekijöitä sekä riskien syitä. Reaaliaikaisilla raporteilla ja livedataa näyttävillä näytöillä saadaan kiinni prosessissa esiintyviä ongelmia ennen kuin niistä tulee kriittisiä. (Kääriäinen ym. 2017, 64.)

Digitalisaatio voi parhaimmillaan vaikuttaa koko yrityksen toimintaympäristöön sekä sisäiseen tiedonkulkuun erittäin positiivisesti, niin yrityksen tuloksen kuin ihmisten työskentelynsuhteen. Lisäksi digitalisaatiolla voidaan saavuttaa uusia innovaatioita ja mahdollisuuksia yrityksen tulevaisuuden strategiaan. Digitalisaatio voi esimerkiksi syrjäyttää vanhoja työvaiheita manuaalisten toimintojen sarjasta ja luoda samalla uusia toimintamalleja, joilla voidaan esimerkiksi vähentää yritysten henkilöiden työtaakkaa. Monesti tämän kaltaiset sovellukset ja ratkaisut toimivat mobiili- tai pilvialustan kautta, jotka mahdollistavat esimerkiksi tietojen käsittelyn, muokkaamisen ja hyödyntämisen suoraan reaaliaikaisesti ja myös ulkopuolisille osapuolille. (Kääriäinen ym. 2017, 66.)

Kuvassa 6 on esitetty kolme erilaista näkökulmaa digitalisoimisen ja digitaalisen muutoksen hyödyistä.



Kuva 6. Digitalisoimisen ja digitaalisen muutoksen hyötyjä (Kääriäinen ym. 2017, 66)

Digitaalisen muutoksen hyötyjä, joita esitettiin edellisessä kuvassa, voidaan avata esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- Työskentelyn tehokkuus yrityksen sisäisesti kasvaa, mikä johtuu prosessien tehokkuuden, laadun ja johdonmukaisuuden parantamisesta poistamalla manuaalisia työvaiheita digitaalisilla ratkaisuilla.
- Yrityksen ulkoiset hyödyt pitävät sisällään prosessiaikojen parantamisen, asiakkaiden palvelun laadun ja tehokkuuden parantumisen sekä uusien tapojen hyödyntämisen asiakkaiden palveluissa sekä hankinnoissa.
- Toimintatapojen muutokset yrityksessä kuvaavat digitalisoimisen tuomia innovaatioita esimerkiksi siten, että kokonaan uudet toimintatavat voivat avata yritykselle uusia asiakassuhteita tai uusia työkaluja prosessien läpivientiin. (Kääriäinen ym. 2017, 67.)

5.2 Digitalisaatio seisokeissa

Digitalisaatio seisokeissa on kehittynyt neljännen teollisen vallankumouksen, digitaalisen muutoksen, digitaalisten työkalujen ja älykkäiden toiminnanohjausjärjestelmien mukana kovaa vauhtia viime vuosien aikana. Seisokkien digitalisaatio on ympäri maailmaa iso trendi tällä hetkellä ja moni yritys onkin tuonut omia ratkaisujaan markkinoille. Dupont Sustainable Solutionsin vuonna 2015 tekemän tutkimuksen mukaan digitalisoimalla seisokin vaiheita ja työnkuluja sekä tuomalla uusia digitaalisia työkaluja sen seurantaan ja hallintaan voidaan seisokin kokonaiskustannuksissa säästää jopa 20–40 % ja sen lisäksi vähentää kokonaisaikataulusta 15–25 % (Radach 2020).

Monet maailmalla olevat yritykset tarjoavat teollisuuteen hyvin erilaisia digitaalisia ratkaisuja seisokkien läpivientiin sekä hallintaan. Perinteiset työkalut kuten tavallinen ERP, MS Project, Excel, Oracle ja muut järjestelmät ovat integroitavissa seisokkien suunnitteluun ja hallintaan käytettäviin ohjelmistoihin.

Yritysten ei ole pakko ottaa saatavilla olevia työkaluja käyttöön päivittäiseen laitoksen käynnissäpitoon, vaan nämä järjestelmät toimivat yrityksen omien ohjelmistojen rinnalla. Isoin etu tässä on se, että yleensä digitaalisten työkalujen käyttöönotto yritykselle ei vaadi kohtuutonta työmäärää erilaisten datatietojen

siirtoon tai luontiin, vaan järjestelmät keskustelevat keskenään tukien toinen toistaan.

Digitalisaatio näkyy hyvin monella eri tapaa seisokeissa ja sen eri vaiheissa. Määrittelyvaiheessa digitaaliset työkalut ovat tulleet papereiden ja muiden perinteisten työkalujen rinnalle tai jopa tilalle. Nykyisin moderneilla tuotantolaitoksilla pystytään hyödyntämään digitaalisia työkaluja läpi seisokkien kaikissa vaiheissa. Määrittelyvaiheen tärkeimpinä töinä on tehtävien töiden määrittely, joka voidaan tehdä suoraan kentällä mobiilisovelluksen kautta hyödyntämällä esimerkiksi RFID-teknologiaa ja mahdollisuutta lisätä suunnittelutietoja suoraan pilvialustalle. Lisäksi määrittelyvaiheessa voidaan hyödyntää analyttisiä mittareita, joiden perusteella laitoksen komponentteja tai laitteita sovitaan huollettavaksi seisokeissa. Mittareina voivat toimia esimerkiksi aikaan tai kuntoon perustuvat ja niihin sidotut tehtävät toimenpiteet. Tärkeänä järjestelmänä nykyaikana pidetään myös laitteiden kunnonvalvonnan kautta saadut indikaatiot ja mittaustiedot, joista voidaan tulkita, että laite vaatii huollon seisokissa. (Berge 2020.)

Esisuunnittelu-, suunnittelu- sekä valmisteluvaiheessa digitalisaation näkyvyys verrattuna sen käytön vaikutukseen on erittäin suuri. Digitalisaatiota ja digitaalisia työkaluja hyödynnetään esisuunnittelu-, suunnittelu- sekä valmisteluvaiheessa esimerkiksi käytössä olevassa suunnitteluohjelmassa tai seisokin hallintaohjelmassa. Ohjelmistoissa voidaan suunnitella valmiiksi määrittelyvaiheen töiden taakse laitteiden historiatietojen perusteella työpaketit ja niihin kuuluvat luvat, riskinarviot, turvallistamissuunnitelmat sekä paljon muuta. (Radach 2020.)

Nykyisten pilvipohjaisten ja erilaisia lähdekoodeja lukevien järjestelmien sekä ohjelmistojen avulla voidaan kerätä tietoja useista eri lähteistä samanaikaisesti. Näin mahdollistetaan ennakoiva aikataulun suunnittelu ja näin voidaan tarjota tarkempia malleja seisokin mahdollisesta läpiviennistä niin budjetin kuin aikataulunkin näkökulmasta. Digitalisaation avulla esisuunnittelu-, suunnittelu- sekä valmisteluvaihetta voidaan nopeuttaa ja helpottaa sekä tehdä siitä entistä kustannustehokkaampaa integroimalla monia eri järjestelmiä pilvipohjaiselle järjestelmälle käyttöön. Kaikki vaiheessa tarvittavat informaatiot löytyvät siten yhden palvelun takaa. (Radach 2020.)

Digitalisaatio voi oikein käytettynä muuttaa kokonaan seisokkien toteutusvaiheen kulun. Monesti seisokkien aikana seisokin ohjausryhmä mukaan lukien seisokkipäällikkö joutuvat luottamaan vanhentuneisiin ja epäluotettaviin raportteihin sekä mittareihin. Digitalisaation ja digitaalisten työkalujen, ohjelmistojen sekä mobiiliapplikaatioiden avulla seisokkien toteutusvaiheen tärkeimmät asiat, eli töiden seuraaminen, raportointi, edistymä sekä ohjaaminen voidaan kaikki hoitaa hyödyntämällä nykyaikaisia ohjelmistoja ja alustoja. Yhtenä esimerkkinä seisokkien toteutusvaiheessa hyödynnettävistä teknologioista ovat ”track and trace”-ratkaisut, jotka hyödyntävät GPS, Bluetooth tai RFID-tekniikoita. Ratkaisun avulla voidaan identifioida ihmisiä, työvaiheita, laitteita ja muita vastaavia mitattavissa olevia asioita. Nämä sovellusratkaisut tarjoavat seisokkien toteutusvaiheessa arvokasta dataa, joiden avulla voidaan seurata liveajassa töiden tehokkuutta, työaikoja, töiden vaiheita sekä paljon muuta. Näiden tietojen avulla seisokin ohjausryhmä mukaan lukien seisokkipäällikkö saavat arvokasta dataa, jolla yleensä saadaan kriittisen polun työt ajoissa kiinni ja niihin osataan siten myös reagoida. (Radach 2020.)

Kun laitosta aloitetaan käynnistämään kaikkien tehtyjen huolto-, tarkastus- ja korjaustoimenpiteiden jälkeen on digitaalisten työkalujen käytöstä iso apu. Yksi iso ongelma seisokkien läpiviemisessä on ollut aina huollettujen laitteiden läpikäynti ja laadun tarkastuskierrosten suorittaminen turvallista käynnistämistä varten. Digitaaliset työkalut seisokkien hallintaan tarjoavat laitteille niiden historiatietojen perusteella tarkat ja määritellyt asiat, jotka pitävät olla tarkastettuna ja hyväksytynä ennen laitoksen käynnistämistä. (Berge 2020.)

Tarkistus eli punchlistit voidaan nykyajan teknologiaa hyödyntäen tehdä laitteille suoraan kentältä esimerkiksi mobiiliapplikaatiossa, josta tieto laitteen käyttöönottovalmiudesta menee suoraan seisokin käynnistysvaiheen aikatauluun. Käyttämällä mobiiliapplikaatioita läpi seisokin kaikkien vaiheiden saadaan siitä paras hyöty irti, koska silloin kaikki kentällä tapahtuvat tiedot tallentuvat koko seisokkiorganisaation käyttöön samalle alustalle. Esimerkiksi tarkistuslistoihin voidaan tehdä laitteita avattaessa muutoksia, jos huomataan, että jokin asia on muuttunut edellisestä huoltokerrasta ja se vaikuttaa käynnistykseen sekä aikatauluun. (Berge 2020.)

Seisokin päätyttyä digitaalisten työkalujen avulla nähdään koko seisokin läpiviennin todellisine aikatauluineen, kustannuksineen ja juurisyineen. Näiden tietojen avulla saadaan selville mitä seisokista opittiin. Digitaalisten työkalujen avulla aiempien seisokkien historiatiedot jäävät muistiin, jolloin tulevien seisokkien suunnittelu helpottuu kerta kerralta enemmän. Työkalujen avulla voidaan toteuttaa lean-filosofian mukaista PDCA-ajattelutapaa (Plan, Do, Check, Act) eli jatkuvaa parantamista. Kuvassa 7 on esitetty Bartlettin ja Boydin ajatus seisokkien läpiviennistä digitaalisten työkalujen, digitalisaation ja industry 4.0 mukaisesti PDCA-ajattelumallilla avattuna. (Bartlett & Boyd 2019.)



Kuva 7. Seisokkien läpiviennin (Bartlett & Boyd 2019)

6 Toiminnanohjausjärjestelmät

Toiminnanohjausjärjestelmät eli ERP-järjestelmät (Enterprise Resource Planning) ovat sanan yksinkertaisessa muodossaan yrityksen toiminnanohjaamiseen tarkoitettuja tietojärjestelmiä, jotka hyödyntävät integroituja toimintoja, esimerkiksi valmistuksen, tuotannon, toimitusketjun, projektien, huoltojen, varaston- ja materiaalinhallinnan osalta. Lisäksi kokonaisvaltaisiin järjestelmiin kuuluvat myös asiakas-, talouden-, henkilöresurssien-, dokumenttien- ja omaisuudenhallinta (Kuva 8). (Toiminnanohjaus 2020.)



Kuva 8. Perinteisen toiminnanohjausjärjestelmän rakenne (i-SCOOP 2020b)

Digitaaliset teknologiat vaikuttavat laajasti kaikkiin toiminnanaloihin niin sosiaalisessa elämässämme kuin myös yrityksissä, vaikuttaen sekä muuttaen työpaikkojamme, kulttuuriamme ja elämäntapojamme. Uudet digitaaliset ratkaisut ovat avanneet saavuttamattomissa olevien tietojen ja innovaatioiden käytön maksimoiden samalla niiden hyödyntämisen myös käytäntöön (Hayward ym. 2016). Neljännen teollisen vallankumouksen myötä teollisuudessa on alettu siirtymään nykyaikaisempiin ja digitalisaation trendin mukaisiin toiminnanohjausjärjestelmiin. Nykyaikaiset järjestelmät suorittavat kaikki samat perustoimenpiteet kuin

perinteinen ERP-järjestelmä, mutta lisäksi niillä voidaan suorittaa ja hallita myös neljännen teollisen vallankumouksen ajatuksen mukaisia toimenpiteitä.

Intelligent ERP eli i-ERP järjestelmät hyödyntävät koneoppimista ja älyä sekä pilvipalvelupohjaisia tietokantoja, joka mahdollistaa järjestelmän analysoida, ennustaa, seurata, oppia, reitittää, raportoida ja hallita kaikkia resursseja sekä liiketoiminnan eri prosesseja. Kuvassa 9 on esitetty nykyaikaisen toiminnanohjausjärjestelmän rakenne ja kaikki aikaisemmin mainitut toiminnot. (Hayward ym. 2016.)



Kuva 9. Intelligent ERP:n rakenne (i-SCOPP 2020b)

Tällä hetkellä maailmalta löytyy jo monia eri isojen valmistajien julkaisemia älykkäitä toiminnanohjausjärjestelmiä, joiden avulla nämä yritykset pyrkivät tarjoamaan asiakkailleen älykkäitä digitaalisia ratkaisuja. (Hayward ym. 2016.)

7 Järjestelmät Lappeenrannan biojalostamolla

Lappeenrannan biojalostamo ei varmasti poikkea järjestelmiltään paljoakaan muista muista vastaavan kokoluokan tuotantolaitoksista. Organisaatio hyödyntää päivittäisten toimintojen tukemisessa perinteistä toiminnanohjausjärjestelmää Microsoft Dynamics AX:aa, dokumenttienhallintaan M-Filesin älykästä tiedonhallintaratkaisua sekä tuotantolaitoksen operointiin Valmetin DNA automaatiojärjestelmää, jonka avulla voidaan kontrolloida prosessia, koneita, ajomalleja, laatua, kunnonvalvontaa ja informaatiota.

7.1 Microsoft Dynamics AX 2012 R3

Lappeenrannan biojalostamolla on käytössään perinteinen toiminnanohjausjärjestelmä Microsoft Dynamics AX 2012 R3-versio. Järjestelmä on tarkoitettu keskisuurille ja suurille organisaatioille toiminnanohjausratkaisuksi, joka auttaa työskentelyn tehokkuudessa, muutoksien hallinnassa ja ylläpitämään kilpailukykyä kansainvälisesti. Järjestelmää voidaan operoida tuttujen Microsoft -ohjelmistojen tapaan, ja se toimii yhdessä niiden kanssa moitteettomasti. Lisäksi järjestelmällä voidaan automatisoida sekä samalla tehostaa organisaation talouden, tietojen ja toimitusketjujen hallintaa ja niiden prosesseja sekä antaa tukea liiketoiminnan päivittäiseen kehitykseen. (Microsoft 2015.)

Lappeenrannan jalostamolla toiminnanohjausjärjestelmän avulla hoidetaan tuotantolaitoksen materiaalien, varaosien, ennakkohuoltojen, huoltotöiden, ostojen, varastojen ja muiden yrityksen tärkeiden osakokonaisuuksien hallinta.

7.2 M-Files – älykäs tiedonhallinta

M-Files Oy on suomalainen teknologiayhtiö, joka on kehittänyt M-Files tiedonhallintaohjelmiston. Ohjelmisto auttaa yrityksiä tiedonhallinnan perinteisessä ongelmassa eli tiedostojen kaaoksessa.

M-Filesissa tiedonhallinta on rakennettu tietojen eri ominaisuuksien taakse ja tiedot perustuvat metadataan eli tiedostojen sisältöä kuvaaviin tietoihin. Metadatan

isona hyötynä on se, että käyttäjän ei tarvitse muistaa mihin kansioon tai projektiin dokumentti on tallennettu. Tiedonhallintaan ja sen hakemiseen riittää, että osaa etsiä metadatatalla oikeaa tiedostoa. (M-Files 2020a.)

M-Files tarjoaa ratkaisun yritykselle laskujen, tallenteiden, koulutusten, toimintaohjeiden, laadun, kirjanpidon, myynnin, markkinoinnin, projektien, henkilöstön ja arkistojen hallintaan (M-Files 2020b). Ohjelmisto tarjoaa tuen kaikille dokumentteihin liittyville prosesseille sekä työnkuluille ja sitä voidaan käyttää paikallisena ohjelmistona, mobiilisovelluksella tai pilvi- tai hybridiratkaisuna. Lisäksi järjestelmä voidaan yhdistää toimimaan yhdessä esimerkiksi yrityksen ERP-järjestelmän kanssa ja lisäksi myös muiden yrityksessä käytettyjen ohjelmistojen kuten esimerkiksi Microsoft Office tai SharePoint järjestelmien kanssa. (M-Files 2020c.)

Lappeenrannan biojalostamolla M-Filesin tiedonhallinnan avulla hoidetaan laitoksen kaikki päivittäinen dokumentointi sisältäen muun muassa työluvut, riskinarvioinnit, suljetun tilan todistukset, kunnossapidon dokumentaatiot, hankinnan dokumentaatiot, palaverien muistiot, projektien dokumentaatiot, kunnonvalvonnan dokumentaatiot, vikaantumiskortit, seisokkien dokumentaatiot, tuotannon dokumentaatiot ja turvallistamisohjeet laitteille.

7.3 Valmet DNA automation system

Valmet DNA-automaatiojärjestelmä on hajautettu hallintajärjestelmä (Distributed Control System, DCS) ja informaatioalusta vaativiin prosessiautomaatiosovelluksiin, jonka avulla voidaan hallita prosesseja, koneita, laatua, ohjausta, ajomalleja, optimointia ja online-kunnonvalvontaa yhdellä alustalla. (Valmet 2020.)

Lappeenrannan biojalostamolla on Valmetin DNA-automaatiojärjestelmä käytössä ja sillä operoidaan laitoksen päivittäisiä toimintoja. Lisäksi jalostamolla on myös käytössään DNA machine monitoring eli DMM online-kunnonvalvonta, jonka avulla monitoroidaan jalostamon laitteiden kuntoa jatkuvasti erityisesti prosessille kriittisten laitteiden ja vaiheiden kohdalta. Kunnonvalvonnalla saadaan yleisesti ensimmäiset indikaatiot jonkin laitteen vaurioitumisesta ja sen avulla voidaan varautua sekä suunnitella työn toteutus mahdollisuuksien mukaan seuraavassa seisokissa. Kunnonvalvontajärjestelmästä saatavan datan ja indikaattoreiden avulla voidaan lisätä mahdollisia töitä tulevien seisokkien työlistoille.

8 Lappeenrannan biojalostamon seisokkien digitalisointi

UPM Lappeenrannan biojalostamolla on ollut vasta yksi koko laitoksen kattava huoltoseisokki vuonna 2018. Seuraava koko laitoksen kattava huoltoseisokki on tulossa vuonna 2022 ja sitä varten on tämän opinnäytetyön kirjoitushetkellä aloitettu seisokin töiden määrittely eli scoping-vaihe. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää mahdollisten kaupallisten ratkaisujen käyttäminen seurantaan ja hallintaan sekä selvittää myös jo olemassa olevien järjestelmien hyödyntäminen tulevien seisokkien hallinnassa.

Työn tavoitteena on valita kaupallisista ratkaisuista paras sekä luoda ja suunnitella työn johtopäätösten tuotoksena Lappeenrannan biojalostamolle ”roadmap” kohti digitaalisten työkalujen käyttöä. Johtopäätöksien tekoa ohjaa myös se, että Lappeenrannan biojalostamo siirtyy mahdollisesti käyttämään vuoden 2022 jälkeen uutta toiminnanohjausjärjestelmää.

Roadmap kohti digitaalisten työkalujen käyttöä tehdään ajatuksella, että kaupallisen ratkaisun on joko kyettävä toimimaan nykyisen toiminnanohjausjärjestelmän rinnalla tai yhteistyössä myös tulevaisuudessa uuden ERP:n kanssa. Lisäksi suunnittelussa pyritään ottamaan huomioon mahdollisimman kattavasti jo olemassa olevat järjestelmät ja niiden potentiaalinen hyödyntäminen seisokin eri vaiheiden digitalisoinnissa.

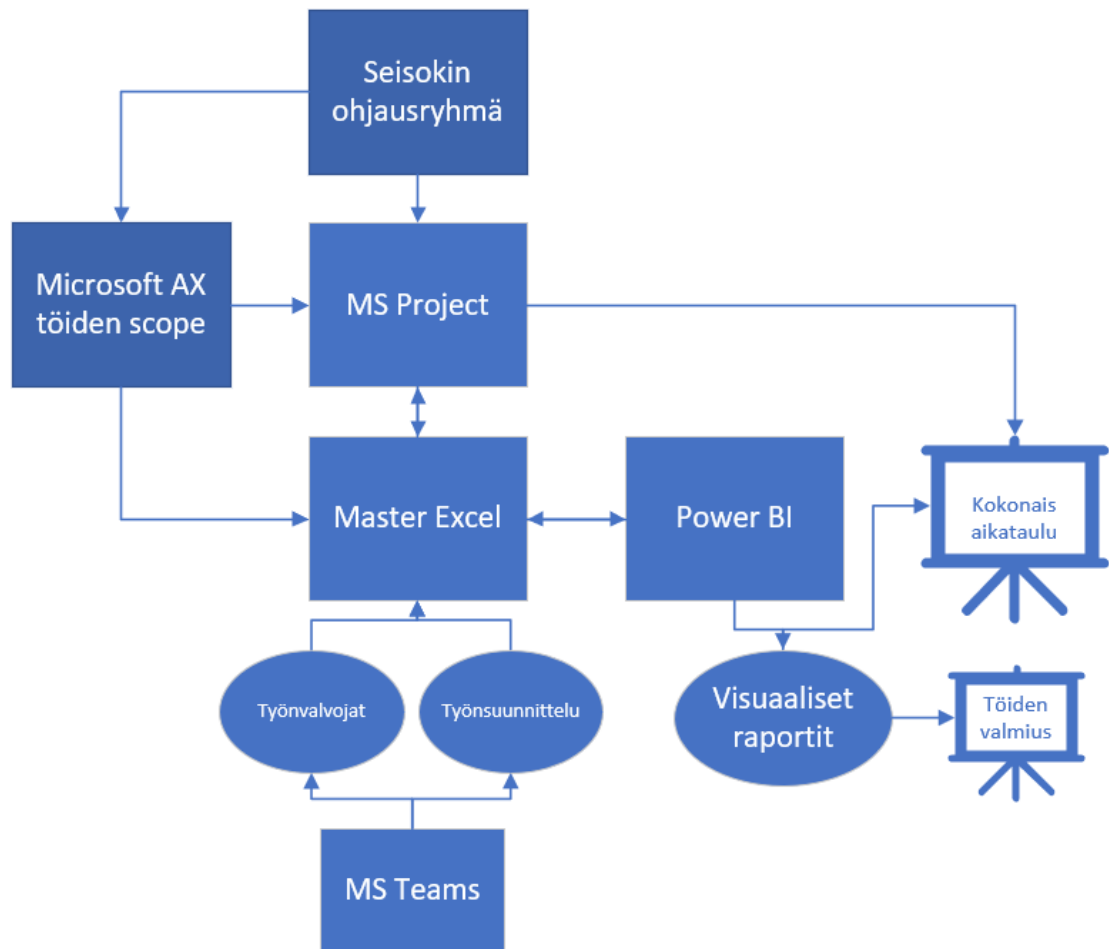
Olemassa olevien järjestelmien hyödyntäminen

Olemassa olevista järjestelmistä selvitettiin Microsoft Officen työkalujen soveltuvuutta seisokkien eri vaiheiden digitalisoimiseen.

Töiden määrittelyvaiheen tärkein eli töiden keräys seisokin työlistoille voidaan hyvin hoitaa nykyisellä toiminnanohjausjärjestelmällä. Lisäksi alustavien aikataulujen ja budjettien määrittäminen onnistuu Ms Projectin ja Excelin avulla. Isoin ongelma järjestelmien käyttämisessä on työnkulku ja tiedonsiirto tiedostoista toisiin. On mahdollista toteuttaa liitännöitä esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmän, MS Projectin ja Exceleiden välillä, mutta niiden käytettävyyden suhteessa työmäärään on suhteellisen suuri ja vaatii silti paljon manuaalisia toimintoja vaiheiden välillä.

Yleisesti seisokin suunnitteluvaiheeseen kuuluvia eri vaiheita voidaan tehdä nykyisilläkin työvälineillä, mutta tällä hetkellä esimerkiksi työpakettien ja seisokissa tehtävien töiden välillä ei ole linkitystä. Kaikki joudutaan aina suunnittelemaan alusta asti lähes uusiksi mukaan lukien kaikkien PI- eli putkisto ja instrumentti-kaavioiden ja turvallistamissuunnitelmien läpikäynti. Olemassa olevilla järjestelmillä ei ole mahdollista toteuttaa virtaustehokasta työnkulkua edellä mainittujen asioiden välille resurssitehokkaasti.

On mahdollista hyödyntää olemassa olevista järjestelmistä osaa seisokin suunnittelu vaiheen etenemän ja aikataulun seurantaan, kun on luotu seisokille aikataulu ja tehtävät työt. Kuvassa 10 on avattu, minkälaisia linkityksiä eri järjestelmien välillä tarvittaisiin, jotta saataisiin tarpeisiin nähden reaaliaikaista ja hyvää dataa esimerkiksi visuaaliseen muotoon. Tämä ratkaisu on toteutettavissa, mutta se vaatisi kuitenkin huomattavan määrän työtä, liitäntöjä ja ylläpitoa toimivan järjestelmän rakentamiseksi.



Kuva 10. Seisokin suunnitteluvaiheen etenemän seuranta

Seisokin muihin vaiheisiin olemassa olevien järjestelmien hyödyntämistä ei tutkittu tarkemmin, koska tutkittaessa vaihtoehtoja todettiin, että järjestelmillä ei voida riittävän kattavasti toteuttaa kohdeyrityksen tarpeita. Lisäksi olemassa olevien järjestelmien käytössä tulee aina sama ongelma vastaan eli tiedonsiirto ja töiden kulku eri vaiheiden välillä, joka on seisokkien suunnittelulle elintärkeää.

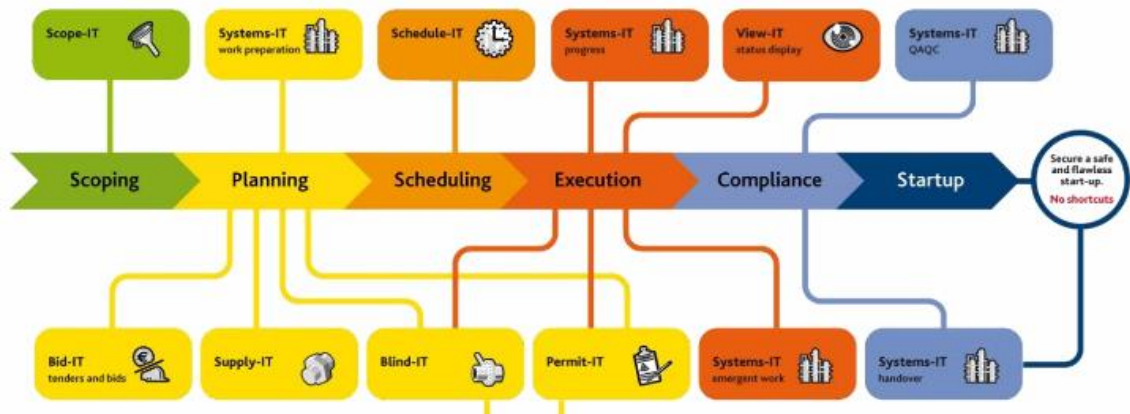
Turvallistamissuunnitelmien ja PI-kaavioiden osalta olisi mahdollista tehdä nykyisistä pdf-tiedostoista älykkäitä tiedostoja, joihin voitaisiin rakentaa laitoksen sokeointit ja niiden paikat. Älykkäitä pdf-tiedostoja hyödyntäessä, voitaisiin sokeointeja ja turvallistamissuunnitelmien tekoa hallita reaaliajassa ja esimerkiksi suoraan mobiililaitteelle prosessialueelta.

9 Kaupalliset ratkaisut seisokkien digitalisaatioon

9.1 Prometheus Group Roser Suite

Prometheus Group on vuonna 1998 perustettu yritys, joka tarjoaa digitaliseen muutokseen ratkaisuja. Prometheus Group pyrkii omilla ratkaisuillaan auttamaan yrityksiä paljon resursseja kuluttavien projektien sekä seisokkien läpiviennissä ja hallinnassa mahdollisimman tehokkaasti. (Prometheus Group 2020.)

Roser Cloud on pilvipohjainen palvelu, joka mahdollistaa sovelluksen käytön normaalin internet yhteyden avustuksella missä vain. Roser Cloud pitää sisällään monia eri moduuleita seisokkien hallintaan. Kuvassa 11 on avattu seisokkien eri vaiheiden avulla järjestelmän toiminta. (Broekhuijzen, Schumacher 2020.)



Kuva 11. Seisokkien vaiheet sovelluksineen (Roser Suite 2020)

Scope-IT on seisokkien töiden määrittelyvaiheeseen käytettävä moduuli, jonka avulla voidaan kerätä ja suunnitella seuraavissa seisokeissa tehtävät työt. Sovellus on integroitavissa esimerkiksi SAPin kanssa, mutta sinne voidaan siirtää suoraan myös esimerkiksi Excel-tiedostoja. Moduulin avulla suunnitellaan alustavia budjetteja, riskienarviointeja, PI-kaavioita ja turvallistamissuunnitelmia sekä kuvia työn taakse. Näiden jälkeen päätetään, tehdäänkö työ seisokissa vai ei. Kaikki edellä määritetyt tiedot siirtyvät suoraan Systems-IT moduuliin, jossa töiden virallinen suunnittelu aloitetaan hyväksytyjen töiden osalta. Lisäksi jokaiselle sovelluksen eri moduulille voidaan määritellä erikseen käyttöoikeudet, jos halutaan antaa joillekin henkilöille esimerkiksi oikeudet pelkästään Scope-IT moduulin käyttöön. (Broekhuijzen ym. 2020.)

Systems-IT moduulissa aloitetaan töiden suunnittelu tarkemmin. Kaikille töille määritetään oma työpohja, jonka perusteella työlle määritellään kaikki ne työvaiheet, jotka työssä tarvitaan. Työvaiheina voivat olla esimerkiksi eristeiden ja saattojen purku, telineiden kasaus, sokeointi, turvallistaminen, instrumentaation purku, korjaus ja siihen liittyvät työvaiheet sekä ennallistaminen ja käyttövalmius. Työpohjat voidaan määritellä työpakettien taakse, joten ne tulevat automaattisesti jokaiselle työlle. Lisäksi työvaiheiden taakse suunnitellaan arvioidut kustannukset ja työtunnit, joiden avulla voidaan seurata toteutusvaiheessa suunniteltua aikataulua ja budjettia. Työvaiheille voidaan luoda erikseen vastuuhenkilö tai urakoitsija, jolloin työvaihe on suoraan käyttäjällä näkyvissä. Nämä kaikki voidaan kopioida esimerkiksi edellisistä seisokeista, joten joka kerta seisokkeihin valmistautuminen helpottuu. (Broekhujzen ym. 2020.)

Blind-IT on laitteiden sokeointeja ja niiden suunnittelua varten tehty moduuli. Aikaisemmissa vaiheissa suunnitellut työt työpaketteineen ja -vaiheineen on siirretty Blind-IT sovellukseen, jossa suunnitellaan turvallistaminen jokaiselle laitteelle tarkemmin. Turvallistamissuunnitelma voidaan piirtää suoraan työpaketeissa oleviin PI-kaavioihin. Lisäksi sovelluksen avulla on mahdollista lisätä sokeointipaikkojen taakse tarvittavat momentit, tiivisteet ynnä muut mitä laippojen ja sokeointien asennukseen sekä purkamiseen tarvitaan. Sovelluksen avulla voidaan tehdä myös suoraan laippakortit laipoille, joita jalostusteollisuudessa käytetään. Sovellus tunnistaa myös päällekkäiset sokeoinnit ja antaa niistä informaation käyttäjälleen, joten ylimääräisiltä sokeointien asennuksilta ja purkamisilta vältytään. (Broekhujzen ym. 2020.)

Schedule-IT on projektien seurantaan ja aikataulutukseen tehty moduuli. Sovellus toimii samalla tavalla pilvipalvelun kautta kuin muutkin tuoteperheeseen kuuluvat sovellukset. Kaikki aikaisemmissa vaiheissa määritetyt asiat kuten työajat, eri töiden väliset- ja niitä yhdistävät tekijät, kalenterit, työvaiheet sekä seisokkien virstanpylväät kerätään ja adaptoidaan Schedule-IT:ssä. (Broekhujzen ym. 2020.)

Näiden tietojen perusteella luodaan kokonaisaikataulu seisokin läpivientiin, kaikki aikaisemmin suunnitellut asiat huomioituna. Schedule-IT:ssä voidaan suunnitella työpakettien perusteella urakoitsijakohtaisesti työtunnit sekä aikataulut. Sovellus

ottaa myös huomioon muuttuvat tekijät ja ilmoittaa niistä käyttäjälleen, jos ne vaikuttavat aikatauluun, eli tällä tavalla saadaan myös kriittisen polun työt ajoissa kiinni ja niihin voidaan reagoida. Lisäksi sovellus ilmoittaa, jos esimerkiksi tietyt työt tai urakoitsijat jäävät jälkeen kokonaisaikataulusta. Sovellus luo kaikista suunnitelluista vaiheista ja töistä aikataulun esimerkiksi Gantt-kaavio muotoon. (Broekhuijzen ym. 2020.)

Lisäksi Roserilta löytyy myös Mobile-IT moduuli, jonka avulla voidaan hallita työvaiheiden oikea-aikaista suorittamista. Sovellukseen voidaan määrittää esimerkiksi henkilökohtaisia työvaiheita ja osoittaa työt oikealle vastuuhenkilölle. Kun työvaihe on tehty, niin mobiiliapplikaatiosta hyväksymällä sovellus ilmoittaa automaattisesti seuraavan työvaiheen ”omistajalle”, että työkohde on valmiina. Mobiilisovelluksen avulla voidaan lisäksi myös hallita ja seurata laitoksen sokeointeja ja niihin liittyviä PI-kaavioita sekä laitteiden tarkastuksessa käytettäviä puutelistoja. Kaikkien näiden asioiden summana saadaan monitoroitua seisokin reaaliaikaista etenemää yksityiskohtaisesti ja voidaan raportoida sitä sovelluksen avulla esimerkiksi visuaalisessa muodossa. (Broekhuijzen ym. 2020.)

Muihin Roserin tarjoamiin sovelluksiin ei tässä työssä keskitytty, koska suurin osa kohdeyrityksen tarpeista ja ongelmista pystyttäisiin kattamaan edellä esitettyjen moduulien avulla.

9.2 Cleopatra Enterprise Total Turnaround Management

Cleopatra Enterprisen sovellus STO Control on Cost Engineering Consultancyn kehittämä kokonaisvaltainen ratkaisu teollisuuden seisokkien hallinnan ratkaisemiseksi. Kuvassa 12 on esitetty kaikki sovelluksen tarjoamat ratkaisut seisokkien hallintaan.



Kuva 12. Total Turnaround Management vaiheet (STO Control 2019)

Cleopatra Enterprisen sovelluksessa ensimmäinen vaihe on Scope Management eli töiden määrittely ja niiden hallinta. Tässä vaiheessa sovellukseen kerätään kaikki työt, jotka vaativat seisokin toteutuakseen ja myös ne, joita on suunniteltu tehtävän esimerkiksi kunnonvalvonnan kautta saatujen historiatrendien perusteella. (Druif, van der Stelt 2020.)

Töiden määrittelyvaiheessa kerätään jatkuvasti töitä sovellukseen ja niitä joko hyväksytään tai hylätään seuraavassa seisokissa tehtäviksi töiksi. Hyväksytyille töille aletaan suunnittelemaan työpaketteja sisältäen aikatauluja ja riskisuunnitelmia sekä kustannuksia. Kaikki suunnitellut asiat töiden osalta jäävät sovelluksen ”omaisuuspankkiin” tallennetuiksi, joten niitä voidaan myös jatkossa hyödyntää. Lisäksi samaan katalogiin voidaan tallentaa kaikki laitteisiin kuuluvat PI-kaaviot,

valmistusdokumentit, varaosaluettelot ja muut laitteeseen liittyvät dokumentit sekä tiedot. Katalogin ansiosta, jos esimerkiksi yksi PI-kaavio linkittyy moneen eri työpakettiin ja teet muutoksen johonkin niistä, se päivittyy automaattisesti kaikkiin paketteihin. (Druijf, van der Stelt 2020.)

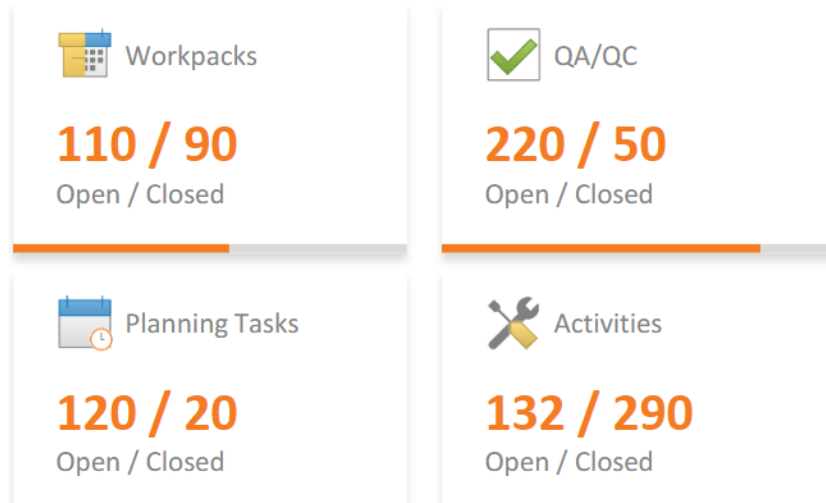
Määrittelyvaiheen jälkeen alkaa työpakettien luonti tai päivitys. Tässä vaiheessa voidaan hyödyntää joko työpakettikirjastoon luotuja työpaketteja tai vaihtoehtoisesti määritetyille töille luodaan omat uudet työpaketit. Työpaketteihin suunnitellaan kuvan 13 mukaisesti kaikki asiat, joita ovat muun muassa aikataulu, työluvat, työvaiheet, tehtävälistat, luovutus, puutoslistat, materiaalit, ynnä muut. (Druijf ym. 2020.)



Kuva 13. Työpaketin sisältö (Druijf ym. 2020)

Työpakettien suunnittelussa Cleopatra hyödyntää integraatioita ERP-järjestelmien kanssa. Esimerkiksi suunniteltaessa materiaaleja ja varaosia laitteille sovelus keskustelee automaattisesti ERP-järjestelmän kanssa ja luo materiaaleista tilauksen järjestelmään. (Druijf ym. 2020.)

Lisäksi suunniteltuja asioita voidaan monitoroida reaaliajassa esimerkiksi töiden tehtävälistojen, työvaiheiden ja suunnitteluasteen sekä etenemän osalta (Kuva 14). (Druijf ym. 2020.)



Kuva 14. Vaiheiden seuranta (Druijf ym. 2020)

Alustavan budjetin ja kustannusten suunnittelussa Cleopatra hyödyntää työpakettien taakse jo suunniteltuja työtunteja, resursseja ja kustannuksia sekä valmiita kustannusmalleja esimerkiksi tietyn tyyppisen lämmönvaihtimen tai venttiilin vaihtotyöhön kuluvista resursseista ja työtunneista. Lisäksi alustavien budjettien ja kustannusten arvioinnissa järjestelmä ottaa huomioon edelliset seisokit tehtyjen työtuntien, toteutuneiden kustannusten, työvaiheiden tuntien, materiaalien ja resurssien osalta. Käytössä ollessaan voidaan hyödyntää historiatietoja ennusteiden luomisessa, joten seisokkien suunnittelusta tulee koko ajan tarkempaa. (Druijf ym. 2020.)

Lopullisen aikataulun luominen seisokille tapahtuu järjestelmään integroidun esimerkiksi MS Projectin tai Primavera P6 projektinhallintaohjelman avulla. Cleopatra on synkronoitu projektinhallintaohjelman kanssa ja tiedot siirretään jo suunniteltujen alustavien aikataulujen, töiden ja työvaiheiden mukaan ohjelmistoon. Projektinhallintaohjelmistossa voidaan suunnitella ja katselmoida aikataulu tarkemmin läpi yhdessä seisokkiorganisaation kanssa, jonka jälkeen aikataulu päivitetään takaisin Cleopatraan. (Druijf ym. 2020.)

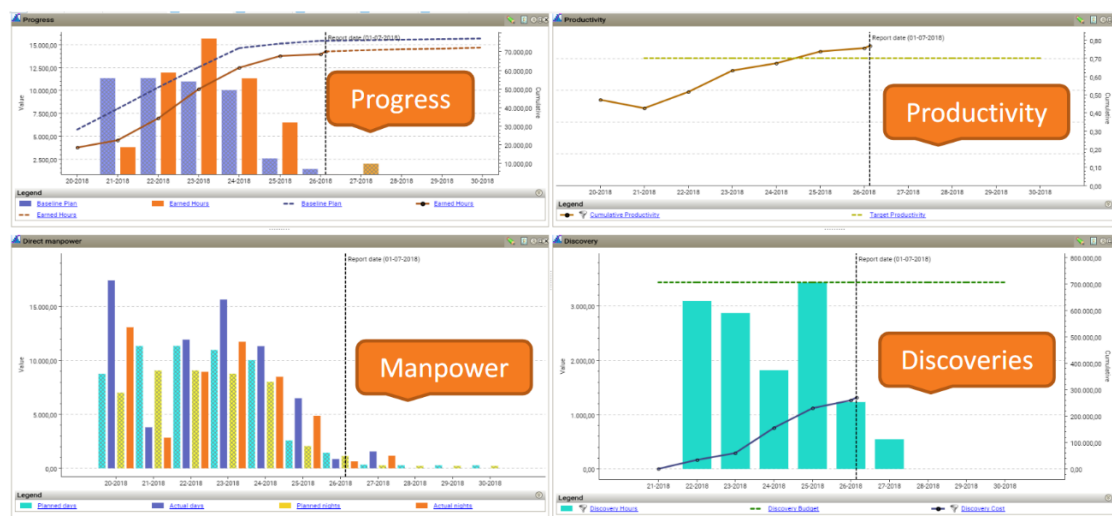
Muutosten hallinta ja toteutusvaiheen seuranta on toteutettavissa mobiilisovelluksella sekä myös selaimessa. Moduulilla seurataan seisokeissa tapahtuvia muutoksia kentällä niin töiden, resurssien, laadun kuin turvallisuudenkin osalta. Mo-

biilisovelluksella (Kuva 15) voidaan luoda ja hallita puotoslistoja, tehdä luovutus-tarkastuksia sekä esimerkiksi raportoida työvaiheiden edistymää ja raportoida niitä suoraan esimerkiksi visuaaliseen muotoon. (Druifj ym. 2020.)



Kuva 15. Muutosten ja etenemän seuranta (Druifj ym. 2020)

Toteutusvaiheessa voidaan mobiilisovelluksen avulla monitoroida myös muita kuvassa 16 esiintyviä seisokin mittareita, joita ovat esimerkiksi työtunnit, resurs-sit, tuottavuus aikataulun osalta sekä edistymä. (Druifj ym. 2020.)



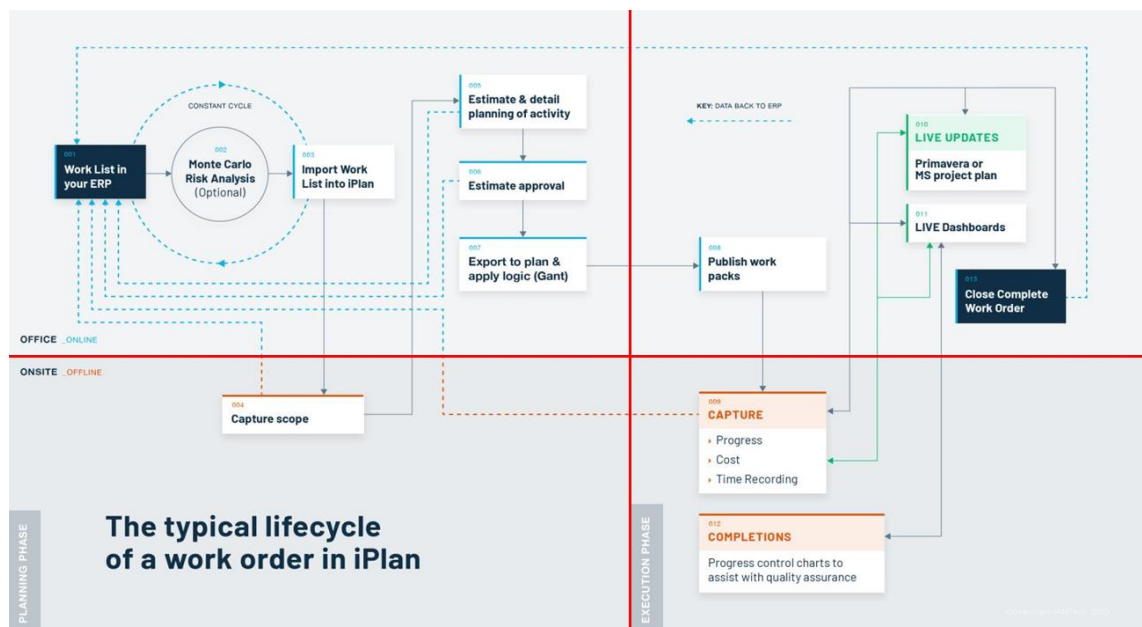
Kuva 16. Visuaaliset raportit (Druifj ym. 2020)

Seisokin päätös ja raportointi vaiheessa järjestelmässä voidaan tehdä yhteen-
veto seisokin toteutuksesta kustannusten ja budjetin osalta. Lisäksi sovellukseen
tallennetaan koko seisokki kaikkine suunnitteluvaiheineen, joten kaikki tiedot jää-
vät uudelleen käytettäväksi seuraavalla kerralla ja ne löytyvät samasta tietokan-
nasta. (Druif ym. 2020.)

9.3 IAMTech iPlanSTO

IAMTech eli Industrial Asset Management Technology on vuonna 1973 perus-
tettu yhtiö, joka tarjoaa digitaalisia ratkaisuja öljy-, kaasu-, kemia- ja energiateol-
lisuuteen iPlanSTO sovelluksen avulla.

iPlanSTO keskittyy seisokkien hallintaan parantamalla työnkulkua eri prosessien
välillä. Ohjelmistona iPlanSTO on erittäin helppokäyttöinen, jonka avulla voidaan
hallita töiden määrittely, suunnittelu, aikataulut riskinarviointeinen, edistymän
raportointi ja ajankäytön seuranta detaljitasolla. Ohjelmistoon voidaan määrittää
ja luoda asiakaskohtainen työnkulku seisokkien läpivientiin. Yksi malli seisokkien
suunnittelusta toteutukseen työnkulun näkökulmasta on esitetty kuvassa 17.
(IAMTech 2020.)



Kuva 17. iPlan työnkulku (IAMTech 2020)

Ohjelmisto hyödyntää seisokkien suunnittelussa historiatietoja edellisistä seisokeista, joten työnkulku suunnitteluvaiheiden välillä nopeutuu ja kehittyy jatkuvasti. IAMTechin mukaan ohjelmistolla voidaan säästää jopa 89 % huollettujen laitteiden suunnittelukustannuksista historiatietojen hyödyntämisen avulla. (IAM-Tech 2020.)

Kuvassa 17 esitetty työnkulku ja sen eri vaiheet tapahtuvat siten, että kaikki kuvan yläosassa olevat tapahtumat tehdään yleisesti toimisto-olosuhteissa kiinteällä verkkoyhteydellä iPlanin työpöytäsovelluksella. Kuvan alapuolinen osa kuvaa kentällä tapahtuvia toimintoja, joita suoritetaan iPlanin mobiilisovelluksen avulla. Lisäksi kuvan keskellä olevan pystyviivan vasemmalla puolella olevat toiminnot ovat yleisesti seisokkien suunnitteluvaiheessa tapahtuvia ja oikealla puolella olevat seisokkien toteutusvaiheessa tapahtuvia toimintoja. (McCluskey, Swift 2020.)

Seisokkien suunnitteluvaiheiden ensimmäisessä vaiheessa eli töiden määrittelyvaiheessa siirretään suoraan toiminnanohjausjärjestelmän seisokkityölistat iPlaniin, jotka voidaan siellä ottaa käsittelyyn. Sovelluksessa käydään yksitellen työlistoilta tuodut työt läpi ja ne suunnitellaan sekä riskianalysoidaan ennen töiden hyväksymistä ja siirtoa tulevan seisokin työlistoille iPlanin sovellukseen. Edellä mainittuja asioita tehdään työpöytäsovelluksessa. (McCluskey ym. 2020.)

Töiden määrittelyvaiheeseen kuuluu myös jatkuva seisokissa tehtävien töiden päivitys ja suunnittelu. Sovellukseen voidaan kerätä tehtäviä töitä myös suoraan prosessialueelta iPlanin mobiiliapplikaation avulla. Prosessialueelta kerätyt työt voivat olla esimerkiksi kierroksella havaittuja vikoja tai muutoksia. Kaikki mobiilisovelluksessa kerätyt työt arvioidaan tämän lisäksi työpöytäsovelluksessa ja päätetään, vaatiiko työ seisokin vai ei. Mobiilisovelluksessa näkyy jo kerätyt ja vielä toiminnanohjausjärjestelmässä olevat työt sekä niihin kuuluvat työvaiheet. Tämä mahdollistaa myös töiden suunnittelun suoraan kentältä. Töitä ja töiden aktiviteetteja voidaan muokata sekä lisätä mobiililaitteen avulla. Esimerkiksi jos huomataan, että lämmönvaihtimen tarkastustyö vaatiikin telineiden kasauksen, niin se voidaan lisätä suoraan kentältä. Lisäksi mobiililaitteella voidaan lisätä aktiviteettien taakse arvioidut työtunnit, resurssit ja valokuvia sekä erityisiä huomioita työkohteesta. (McCluskey ym. 2020.)

Määrittelyvaiheen jälkeen aloitetaan töiden detaljisuunnittelu. Sovellukseen aikaisemmissa vaiheissa luodut työt ja niille kuuluvat aktiviteetit sekä tiedot löytyvät nyt yhdestä katalogista. Kerättyjen ja suunniteltujen tietojen perusteella voidaan aloittaa töiden tarkka suunnittelu ja aikataulutus. Työt jaetaan järjestelmässä kolmeen eri alakategoriaan, joissa suunnitellaan työlle tarvittavat aktiviteetit tarkemmin sekä kustannukset mukaan lukien työvoima, materiaalit ja urakoitsijat detaljitasolla. Detaljisuunnittelussa järjestelmä hyödyntää esiladattuja normeja erityisesti työtuntien ja kustannuksien osalta. Normien taakse määritellään esimerkiksi, että työkohde on DN150 paineluokan 40 kiilaluistiventtiili ja järjestelmä kerää historiatiedoista automaattisesti keskiarvot kyseiselle venttiilityypille työtuntien ja kustannuksien osalta. Järjestelmä voidaan rakentaa myös siten, että normit lukevat vain käytettävän laitoksen historiatietoja, joten suunnittelu on jatkossa erittäin nopeaa ja virtaustehokasta. (McCluskey ym. 2020.)

Detaljisuunnittelun jälkeen iPlanissa katselmoidaan ja hyväksytään kaikki aikaisemmin suunnitellut työt mukaan lukien kustannukset, resurssit, materiaalit, työvaiheet ja suunnitellut tunnit. Käytännössä tämän työvaiheen päätarkoituksena on työnsuunnittelijan tekemien suunnitelmien tarkastus ja hyväksyntä esimerkiksi toiselta kollegalta. Hyväksyntää vaativat työt voidaan määritellä käyttäjäkohtaisesti eli lähettää työ tietylle henkilölle hyväksyttäväksi, mistä tulee ilmoitus sähköpostiin. (McCluskey ym. 2020.)

Töiden hyväksymisen jälkeen sovelluksessa luodaan suunniteltujen tietojen perusteella tulevalle seisokille alustava aikataulu, joka päivittyy koko ajan suunnittelun edetessä. Sovellus hyödyntää integraatioita erilaisten projektiaikataulutussovellusten kanssa, joten aikataulu voidaan luoda suoraan esimerkiksi MS Projectiin esimerkiksi Gantt-kaavioksi. Lisäksi iPlanSTO mahdollistaa aikataulun luomisen pelkästään esimerkiksi työvaihe kohtaisesti. Käytännössä tämä tarkoittaa, että järjestelmä pystyy luomaan erillisen aikataulun kaikista töistä, jotka esimerkiksi sisältävät pelkästään tehtäviä tarkastustoimenpiteitä työvaiheena. (McCluskey ym. 2020.)

Aikataulutuksen jälkeen sovelluksessa luodaan ja julkaistaan tulevista töistä työpaketit. Työpakettien luonti vaiheessa voidaan ladata ja hyödyntää jo olemassa

olevat työpaketit ja niiden sisältämä data tai luoda iPlanin tarjoamalla työpaket-tieditorilla kokonaan uusia työpaketteja. Tämä vaihe hyödyntää kaikkia aikaisemmissa vaiheissa töiden taakse suunniteltuja asioita ja ottaa ne huomioon automaattisesti työpaketteja luodessa. Työpakettien taakse lisätään kaikki laitteisiin kuuluvat PI-kaaviot, turvallistamissuunnitelmat, tehtävät työt, tarkastus- ja puutoslistat sekä muita kyseiseen työhön liittyviä asioita. (McCluskey ym. 2020.)

Työpakettien julkaisun jälkeen siirrytään seisokin toteutusvaiheeseen ja sen valmisteluun. Seisokin toteutusvaiheen tärkeimpiä asioita on seurata ja monitoroida kokonaisuakataulua ja etenemää seisokin toteutumisen osalta sekä valvoa töiden laadukasta suorittamista. Tämä onnistuu hyödyntämällä sovelluksen tarjoamaa mobiilisovellusta. Mobiilisovelluksessa tehdään suoraan kentältä havaintoja työpaketteihin ja niihin kuuluviin työvaiheisiin sekä tietoihin. Työvaiheita arvioidaan ja päivitetään mobiilisovelluksessa ajan sekä valmiusasteen mukaan. Mobiilisovelluksessa tehdyt muutokset esimerkiksi jonkin työn valmiusasteeseen vaikuttavat järjestelmän koko ajan laskemaan kokonaisuakatauluun, joka näkyy myös visuaalisessa muodossa. Lisäksi järjestelmä vertailee tehtyjä muutoksia aikaisemmin luotuun kokonaisuakatauluun ja tekemään sen pohjalta reaaliaikaista ennustetta seisokin aikataulun noudattamisesta työtuntien, kustannuksien ja etenemän suhteen. (McCluskey ym. 2020.)

Yhtenä toteutusvaiheen tärkeimpänä asiana on pystyä seuraamaan ja hallitsemaan töiden laatua tehtävien töiden osalta. Laatua ja laadukasta työtä seurataan sovellukseen suunniteltujen määritettyjen mittarien sekä laadunvarmistavien taulukoiden avulla. Seuranta toteutetaan iPlanissa mobiilisovelluksen avulla. Tämän työvaiheen tarkoituksena on vähentää virheitä tehdyissä huolto-, korjaus- ja tarkastustoimenpiteissä, koska mobiilisovelluksen avulla voidaan tehdä erilaisille laitteille esimerkiksi laadunvarmistavia puutoskierroksia ja kirjata niitä reaaliajassa järjestelmään. Isoin hyöty näillä toimenpiteillä on se, että nämä tiedot päivittyvät automaattisesti sovelluksen työpöydälle, jossa voidaan visualisoida laitoksen käynnistyksen valmiutta. (McCluskey ym. 2020.)

Toteutusvaiheen päätyttyä sovelluksessa päätetään myös kaikki tehdyt työt. Töille seisokin aikana lisätyt kuvat, tiedot ja huomiot tallentuvat tehdyn seisokin

työlistöille, joten niitä voidaan tulevien seisokkien suunnittelussa myös hyödyntää. Lisäksi sovellus voidaan määritellä toimimaan automaattisesti yhdessä asiakkaan käyttämän ERP:n kanssa, joten kaikki työt, materiaalit ja kustannukset päivittyvät. Kun kaikki tarvittavat asiat ja opit ovat iPlanissa kerätty ja päivitetty, niin seisokki voidaan päättää. Tulevien seisokkien kohdalla voidaan kopioida suoraan esimerkiksi kaikki painelaitetyöt edellisestä seisokista. (McCluskey ym. 2020.)

10 Johtopäätökset järjestelmistä

Tässä opinnäytetyössä tutkittavana olleista sovelluksista päällimmäiseksi havainnoksi nousi sovellusten erilaiset lähestymistavat seisokkien hallintaan sekä sovellusten ominaisuuksien laajuuden eroavaisuudet. Sovellusten kattavuus, toiminnot ja hinta erosivat toisistaan selkeästi. Pääosin toimintojen osalta kuitenkin kaikki tutkitut sovellukset kattavat koko seisokin läpivientiin vaaditut vaiheet, jokainen omalla tavallaan. Yksi opinnäytetyön tarkoituksena olikin tutustua erilaisiin järjestelmiin ja niiden parhaaseen mahdolliseen soveltuvuuteen kohdeyrityksen tarpeisiin nähden. Sovelluksia tarjoavat yritykset ovat kaikki pääosin painottuneet petrokemianteollisuuden alalle ja monella yrityksellä olikin referensseissään monia alan isoja yrityksiä kuten Neste, LyondellBasell, INEOS, Shell, Huntsman Corporation ja Dow Chemical Company.

Erittäin karkeasti jaoteltuna kaikki kolme tutkituista sovelluksista voidaan jakaa suoraan kolmeen eri kategoriaan. Prometheus Groupin Roser Suite edustaa sovelluksista ehdottomasti kaikista kattavinta ja tarjoaakin käyttäjilleen lähes kaiken mitä sovellukselta voidaan toivoa. Roser on myös tutkituista sovelluksista kallein ja heillä on pisin kokemus seisokkien hallinnasta. Cleopatra Enterprisen Total Turnaround Management kuuluu sovelluksista keskikastiin ja heidän tarjoama ratkaisu on suunniteltu hieman eri näkökulmasta kuin muut sovellukset. Total Turnaround Management on suunniteltu seisokkien kustannustenhallinta mielessä, minkä vuoksi sovelluksessa onkin panostettu suunnittelun ja työnkulun helppouteen kustannus- sekä virtaustehokkaasti. Industrial Asset Management Technologyn iPlanSTO on sovelluksista kaikista halvin ja toiminnoiltaan heikoin,

mutta samalla myös helppokäyttöisin. IPlanSTOn sovelluksesta löytyy paljon hyvää ja heillä on esimerkiksi helppokäyttöinen mobiilisovellus seisokkien suunnittelun ja toteutuksen hallinnan sekä seurannan tueksi.

Kaikki tutkitut sovellukset erosivat toisistaan ominaisuuksiltaan ja toimintatavoiltaan, minkä takia sovellusten vertailu täysin keskenään ominaisuuksien puitteissa osoittautui haastavaksi. Sovellusten keskinäisiä ominaisuuksia vertailtiin viiden vuoden ajanjakson kustannuksien osalta (Taulukko 1), joka on petrokemianteollisuudessa perinteinen seisokkisykliä ajanjakson aika. Tämän lisäksi sovelluksia vertailtiin perusominaisuuksien osalta (Taulukko 2). Tärkeimpänä vertailuna sovellusten keskinäisiä ominaisuuksia vertailtiin kohdeyrityksen tarpeet huomioiden, missä otettiin huomioon painotetut arvot ominaisuuksista kohdeyrityksen käyttö- ja kunnossapito sekä seisokkikihenkilöstön mielipiteiden ja tarpeiden mukaan (Taulukko 3).

Vertailut ja päätelmät sovellusten välillä on tehty yrityksiltä saatujen tietojen, teamsin välityksellä pidettyjen tuote-esittelyjen ja internetsivuilta löytyvien materiaalien pohjalta.

Luottamuksellista tietoa

Taulukko 1. Hintavertailu sovellusten välillä

Ominaisuus	Prometheus Roser	STO Control Cleopatra Enterprise	iPLANSTO IAMTech
Historiatietojen hyödyntäminen	X	X	X
Töiden määrittely	X	X	X
Aikataulun luominen	X	X	X
Töiden kustannusten suunnittelu	X	X	X
Töiden resurssien suunnittelu	X	X	X
Tarjoukset kriittisten laitteiden osalta	X	X	
Työpakettien luonti	X	X	X
Riskien arviointi	X	X	X
Turvallistamissuunnitelmien teko	X	X	2021
Sokeointi ja niiden hallinta	X		2021
Etenemän seuranta	X	X	X
Työvaiheiden monitorointi sekä seuranta	X	X	X
Raportointi (päivittäinen, loppu)	X	X	X
Visuaaliset mittarit	X	X	X
Seisokin päättäminen, vertailu	X	X	X
Materiaalit	X	X	X
Työluvat	X	X	X
Puutelistat	X	X	X
Mobiilisovellus	X	X	X
Reaaliaikainen töiden seuranta	X	X	X

Taulukko 2. Perusominaisuuksien vertailu

Tarpeiden vertailu seisokkien digitalisointiin										
Kriteerit / tarpeet	Painoarvo	Prometheus Roser			IAMTech iPLANSTO			Cleopatra Enterprise		
		Arvostelu	Painotetut pisteet	Huomiot	Arvostelu	Painotetut pisteet	Huomiot	Arvostelu	Painotetut pisteet	Huomiot
Töiden määrittely, työvaiheiden suunnittelu ja suunnittelun hallinta	5	100 %	5		65 %	3,25		85 %	4,25	
Seisokkien suunnittelun vaiheen ja etenemän seuranta	5	100 %	5		50 %	2,5		100 %	5	
PI-kaaviopohjainen suunnittelu ja turvallistamissuunnitelmien teko	9	100 %	9		10 %	0,9		40 %	3,6	
Työpakettien suunnittelu (työvaiheet, resurssit, materiaalit yms.)	7	80 %	5,6		60 %	4,2		100 %	7	
Seisokin eri vaiheiden visualisointi (digitaalinen seinätaulu)	9	80 %	7,2		100 %	9		100 %	9	
Seisokkien toteutusvaiheen kokonaisaikataulun ja budjetin etenemä	9	100 %	9		50 %	4,5		100 %	9	
Mobiililaitteen hyödyntäminen suunnittelun ja toteutuksen seurannassa sekä hallinnassa	7	85 %	5,95		80 %	5,6		50 %	3,5	
Muutosten hallinta ja puutolistojen hallinta toteutusvaiheessa	7	100 %	7		30 %	2,1		100 %	7	
Mobiililaitteella sokeointien hallinta	7	100 %	7		0 %	0	Tulossa 2021	0 %	0	
Ohjelman integraatiot jo olemassa olevien järjestelmien kanssa	2,5	100 %	2,5		100 %	2,5		100 %	2,5	
Toteutettavuus ja käyttöönotto työ määrässä mitattuna	12,5	60 %	7,5		80 %	10		80 %	10	
Hinta	20	10 %	2		100 %	20		50 %	10	
Yhteensä	100		72,75			64,55 (+XX)			70,85	

Arvostelu: Loistava (100%); Huono (0%)

Taulukko 3. Tarpeiden vertailumatriisi

Työssä tutkittujen sovellusten käyttöönotto yrityksessä vaatii aina yrityksen tarpeiden, käytettävän datan, integraatioiden esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmien kanssa ja muiden asioiden tarkan kartoituksen. Edellä mainituiden asioiden takia esimerkiksi taulukon 1 sisältämä hintavertailu on jätetty vain kohdeyrityksen käyttöön, koska jokaisella yrityksellä on eri määrä dataa ja erilaisia rajapintoja muihin tietojärjestelmiin ja palveluihin liitettävänä, joten hinta räätälöidään aina asiakkaan, valittujen moduulien määrän ja koulutuksien sekä muiden asioiden mukaan.

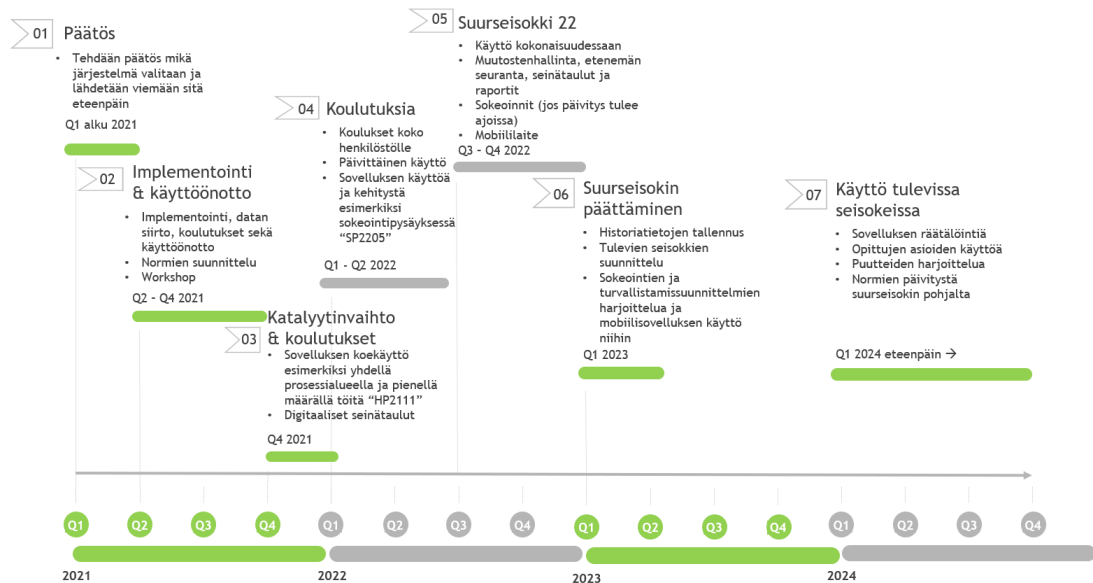
Sovellusten integroitavuuksien avulla voidaan valitun sovelluksen kohdalla käyttää jotain muita vaihtoehtoisia sovellusta esimerkiksi jo olemassa olevista järjestelmistä ja täyttää sen avulla myös kohdeyrityksen tarpeita seisokkien osalta. Harvoin kuitenkaan yritykseen sopii suoraan mikään valmis ratkaisu, joten integraatioiden laajuus ja toiminnallisuuksien muokattavuus ovat myös olleet tärkeässä roolissa valintaa tehdessä.

Työn tuloksena esitetään, että kohdeyrityksessä otettaisiin käyttöön Industrial Asset Managementin iPlanSTO. Käytettäväksi sovellukseksi esitetty iPlanSTO valikoitui seuraavin perustein:

- Hinta sopiva kohdeyritykselle
- Muokattavuus (mobiili sekä työpöytä) asiakkaan tarpeen mukaan
- Mobiilisovellus ja sen helppokäyttöisyys
- Työnkulun vaiheet muokattavissa asiakkaan mukaan
- Historiatietojen hyödyntäminen helppoa
- Seisokin aikaisten valokuvien ja havaintojen tallentaminen suoraan töille helppoa
- Päivityksiä tulossa jatkuvasti, joista esimerkkinä sokeointi ja niiden hallinta mobiilissa sekä työpöydällä vuoden 2021 aikana
- Etenemän seuranta ja monitorointi helppoa
- Normien perusteella alustavien aikataulujen ja kustannuksien suunnittelu
- Normit räätälöidään asiakkaan mukaan ja lisäksi sovelluksella voidaan laskea normeja uudestaan joka seisokin jälkeen
- Työvaiheiden suunnittelu ja vaiheiden kuittaus helppoa

Esitetyn sovelluksen käyttöönottoa varten työssä suunniteltiin myös ”roadmap” (Kuva 18), jonka perusteella sovelluksen käyttöönottoa esitetään kohdeyritykselle käytettäväksi. Aikajanassa on pyritty huomioimaan tarpeellinen aika koulutuksille ja sovelluksen käyttöönotolle. Lisäksi katsottiin järkeväksi koekäyttää sovellusta yhdellä prosessialueella ensin valikoidun henkilöstöryhmän voimin, minkä jälkeen käyttöä laajennetaan kohti suurseisokkia vuonna 2022.

Digitaaliset työkalut 2021-2024



Kuva 18. Aikajana sovelluksen käyttöönottoa varten

Sovelluksen implementointivaiheessa järjestetään Workshop, jossa määritetään asiakkaalle siirrettävän datan laajuus, tarvittavat koulutukset henkilöstölle ja seisokkien suunnittelun eri vaiheiden räätälöinti. Workshopin tarkoituksena on pohjustaa sekä helpottaa sovelluksen käyttöönottoa yrityksessä ja antaa mahdollisimman hyvät valmiudet sovelluksen käyttöönottoa varten koko henkilöstölle.

Jatkoehdotuksena esitetään, että implementointivaiheen jälkeen otetaan aikajana uudestaan työnalle ja suunnitellaan tarkempi aikajana käyttöönotolle. Vaiheen jälkeen on paremmat valmiudet ja tieto kokonaisuudesta sekä siitä mihin pitää sovelluksen käyttöönottamisessa keskittyä.

11 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli oppia ymmärtämään digitalisaation ja sen tuomien työkalujen käyttötarkoitus seisokeissa. Lisäksi tavoitteena oli tuottaa lisäarvoa ja kehitysideoita kohdeyritykselle seisokkien läpiviemiseksi paremmin sekä etsiä kohdeyrityksen tarpeisiin sopivia työkaluja joko olemassa olevista tai kaupallisista sovelluksista.

Mielestäni opinnäytetyö onnistui kokonaisuudessaan hyvin ja tavoitteisiin päästiin. Opinnäytetyön teoriaosuus onnistui hyvin ja siitä tuli erittäin kattava ja hyvä perusta työn kirjoittamisen sekä tiedon kartuttamisen kannalta. Lisäksi koko seisokkien suunnitteluvaiheen prosessien avaus tuotti hyviä huomioita kohdeyrityksen seisokkien vaiheisiin esimerkiksi laitoksen alas- sekä ylösajon merkityksien kannalta seisokkien onnistumiseen. Erityisesti digitalisaatioon ja digitaalisiin työkaluihin liittyvät kappaleet opettivat paljon uusista mahdollisuuksista seisokkien ja myös päivittäisten kunnossapitotoimien hallintaan. Lisäksi nämä kappaleet opettivat myös paljon siitä, miten tärkeää on seurata jatkuvasti kehitystä, jotta kynnys uusiin toimintatapoihin tai sovelluksiin siirtyessä pysyisi mahdollisimman pienenä.

Opinnäytetyön tuloksena valittiin kohdeyritykselle soveltuva sovellus kaupallisista ratkaisuista ja sen käyttöönottoa esitettiin yritykselle. Käyttöönottoa varten luotiin siihen soveltuva aikajana. Aikajanan suhteen tultiin kuitenkin siihen tulokseen, että on parempi luoda tarkempi aikajana tämän työn jälkeen, kun valittua sovellusta lähdetään implementoimaan yritykseen. Implementointivaiheessa valitun sovelluksen ammattilaiset ovat mukana, ja heillä on paras kokemus siitä, miten ja missä vaiheessa mitäkin sovelluksen osia on järkevä kouluttaa tai ottaa käyttöön. Tärkeintä kuitenkin uusien sovelluksen käyttöönotossa on se, että kaikki käyttäjät ovat sitoutuneita ja haluavat muutosta uusien järjestelmien avulla.

Opinnäytetyössä tutkittujen olemassa olevien järjestelmien hyödyntämisen osalta todettiin, että olemassa olevien ohjelmien hyödyntäminen ei ole kohdeyrityksessä kannattavaa. Tähän tulokseen päästiin koko työn aikana tehtyjen havaintojen ja saatujen materiaalien sekä esitysten perusteella. Jo olemassa olevilla järjestelmillä ei ole yksinkertaisesti mahdollista toteuttaa haluttuja asioita ja

tarpeita työnkulun kannalta virtaustehokkaasti. Jatkoehdotuksena kuitenkin esitetään, että kohdeyrityksen työntekijöille pidettäisiin Office-ohjelmistoista koulutuksia, koska ohjelmistojen potentiaalia ei hyödynnetä täysin osaamisen ja tiedon puutoksen takia. Lisäksi yhtenä jatkotutkimuksena esitetään myös älykkäiden pdf-tiedostojen mahdollisuuksien tutkimisen turvallistamissuunnitelmien tekoa varten putkisto- ja instrumenttikaavioihin.

Vertailtujen sovellusten osalta tutkittiin ja vertailtiin kaikkia kolmea eri vaihtoehtoa laajasti ja pidettiin palavereja kaikkien näiden yritysten sekä kohdeyrityksen henkilöstön kanssa. Saatujen tietojen avulla pystyttiin valitsemaan ja vertailemaan kohdeyritykselle parhaiten soveltuva vaihtoehto seisokkien läpiviemiseksi entistä paremmin.

Lähteet

Bartlett, Andy. & Boyd, Ron. 2019. An Industry 4.0 Approach to Transforming Shutdown and Turnaround Performance. <https://sphera.com/blog/5-ways-digital-can-transform-plant-shutdowns-turnarounds-and-outages/>. Luettu 28.10.2020

Berge, Jonas. 2018. Digital STO – Turnaround excellence with digital transformation. <https://www.linkedin.com/pulse/digital-sto-turnaround-excellence-transformation-jonas-berge/>. Luettu 30.9.2020

Broekhuijzen, Krijn. & Schumacher, Michelle. 2020. Enterprise Account Manager. Prometheus Group. Teams-palaverit 30.9.2020 sekä 13.10.2020.

Brown, Michael V. 2004. Managing shutdowns, turnarounds & outages. Wiley Publishing Inc. Indianapolis, Indiana. ISBN: 978-0-7645-5766-8

Druijf, Bas. van der Stelt, Jos. 2020. Director of Professional Services. Sales Consultant. Cost Engineering. Teams-palaveri 17.11.2020.

Dudley, Jeff. 2014. Solomon Associates. <https://www.solomoninsight.com/pdf-viewer?file=%2Fassets%2Ffiles%2FChemical-Engineering-World-Dudley-By-line-March14.pdf>. Luettu 11.9.2020

Epicor 2020. Mikä on teollisuus 4.0 – teollinen esineiden internet. <https://www.epicor.com/fi-fi/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>. Luettu 30.9.2020

Haywar, Douglas., Jimenez, Daniel-Zone., Mahowald, Robert P., Morris, Henry D., Motai, Yoko., North Rizza, Mickey. & Stratis, Alexandros. 2016. i-ERP (Intelligent ERP): The new backbone for digital transformation. <https://www.sapvirtualagency.com/FileExplorer/Partners/S4HANA%20Cloud%20Intelligent%20Cloud%20ERP/IDC%20intelligent%20ERP%20whitepaper.pdf>. Luettu 8.10.2020

Heikkinen, Harri. 2020. Digitalisaation pikakurssi: hyödyt ja haasteet yrityksille. <https://talentree.fi/blogi/digitalisaation-pikakurssi/>. Luettu 30.9.2020

IAMTech 2020. Shutdown turnaround outage software. <https://www.iamtech.com/products/shutdown-turnaround-outage-software>. Luettu 28.10.2020

i-SCOOP 2020a. Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industry 4.0. <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>. Luettu 25.9.2020

i-SCOOP 2020b. From ERP to intelligent ERP in the smart factory and supply chain. <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/erp-intelligent-erp/>. Luettu 6.10.2020.

Kister, Timothy C. & Hawkins, Bruce. 2006. Maintenance planning and scheduling handbook. Elsevier Inc. Burlington, USA. ISBN-13: 978-0-7506-7832-2

- Kääriäinen, Jukka., Parviainen, Päivi., Teppola, Susanna. & Tihinen, Maarit. 2017. Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. <http://www.sciencesphere.org/ijispm/archive/ijispm-050104.pdf>. Luettu 19.9.2020
- Lenahan, Tom. 2006. Turnaround shutdown and outage management. Burlington, USA. ISBN-13: 978-0-7506-6787-6
- McCluskey, Rachael. & Swift, Jon. 2020. Commercial Manager. IAMTech. Teams-palaveri 16.10.2020.
- McEnery, Michael. 2020. How to put digitalization to work. <https://www.plantengineering.com/articles/how-to-put-digitalization-to-work/>. Luettu 16.9.2020
- M-Files 2020a. Monipuolisia ominaisuuksia. <https://www.m-files.com/fi/top-ecm-features-new>. Luettu 13.10.2020
- M-Files 2020b. Mihin haluan käyttää M-Filesia. <https://www.m-files.com/fi/other-use-cases>. Luettu 13.10.2020
- M-files 2020c. Valmistaudu älykkääseen tiedonhallintaan. <https://www.m-files.com/fi/explore-m-files>. Luettu 26.8.2020
- Microsoft 2020. Microsoft Dynamics AX 2012 -järjestelmän toimintojen esittely. <https://docs.microsoft.com/fi-fi/dynamicsax-2012/appuser-itpro/introduction-to-microsoft-dynamics-ax-2012>. Luettu 12.10.2020
- Oil & Gas IQ 2020. <https://www.oilandgasiq.com/oil-and-gas-production-and-operations/articles/guide-to-optimizing-the-plant-turnaround-process-ebook>. Luettu 11.9.2020
- Prometheus Group 2020. We're Prometheus Group. <https://www.prometheusgroup.com/company/about>. Luettu 15.10.2020
- PSK 6201. 2011. Kunnossapidon käsitteet ja laitoksen kuntokartoitus. Julkaistu 15.8.2011. PSK Standardisointiyhdistys Ry
- Radach, Alexander. 2020. Productivity gains through digital turnaround management. <https://www.consultdss.com/productivity-gains-digital-turnaround-management/>. Luettu 2.10.2020
- Roser Consys 2020. Turnaround Excellence by excellent software. <https://www.roserconsys.com/en/home>. Luettu 15.10.2020
- Sahoo, Trinath. 2017. Process Plants: Shutdown and turnaround management. Taylor % Francis Group, LLC. ISBN-13:978-1-4665-1734-9
- Toiminnanohjaus 2020. Mikä on ERP? <https://www.toiminnanohjaus.fi/index.php/juttuja/12-mikae-on-erp>. Luettu 6.10.2020
- UPM Biofuels 2020a. UPM biopolttoaineet. <https://www.upm.com/fi/liiketoiminnot/upm-biopolttoaineet/>. Luettu 27.8.2020

UPM Biofuels 2020b. Lappeenrannan biojalostamo. <https://www.upmbiofuels.com/fi/upm-biopolttoaineet/tuotanto/upm-lappeenrannan-biojalostamo/>. Luettu 26.8.2020

Valmet 2020. Valmet DNA automation system. <https://www.valmet.com/automation/control-systems/valmet-dna/>. Luettu 13.10.2020

Wang, Shiyong., Wan, Jiafu., Li, Di. & Zhang, Chunhua. 2016. Implementing smart factory of industrie 4.0. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1155/2016/3159805>. Luettu 19.9.2020